

# bvj











## **2 VWO|GYMNASIUM deel A**

**Biologie voor jou**

**Biologie voor de onderbouw**

### **Eindredactie**

Tom Tahey

### **Auteurs**

Arteunis Bos

Daniël van Draanen

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Judith Korhorn

Rob Melchers

Hans Rawee

### **Met medewerking van**

Onno Kalverda

Ruud Passier

Rik Smale



Release 8.1

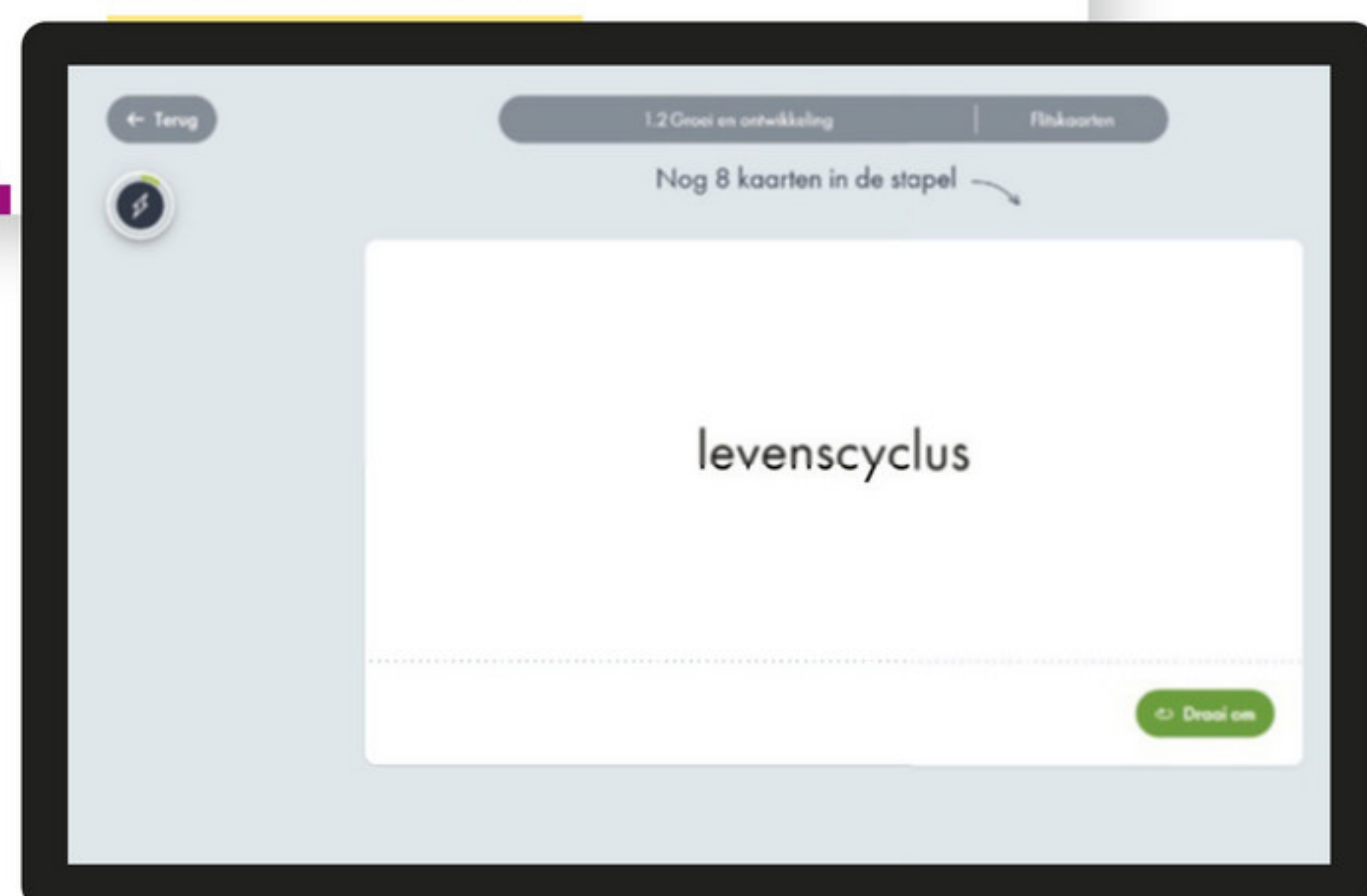
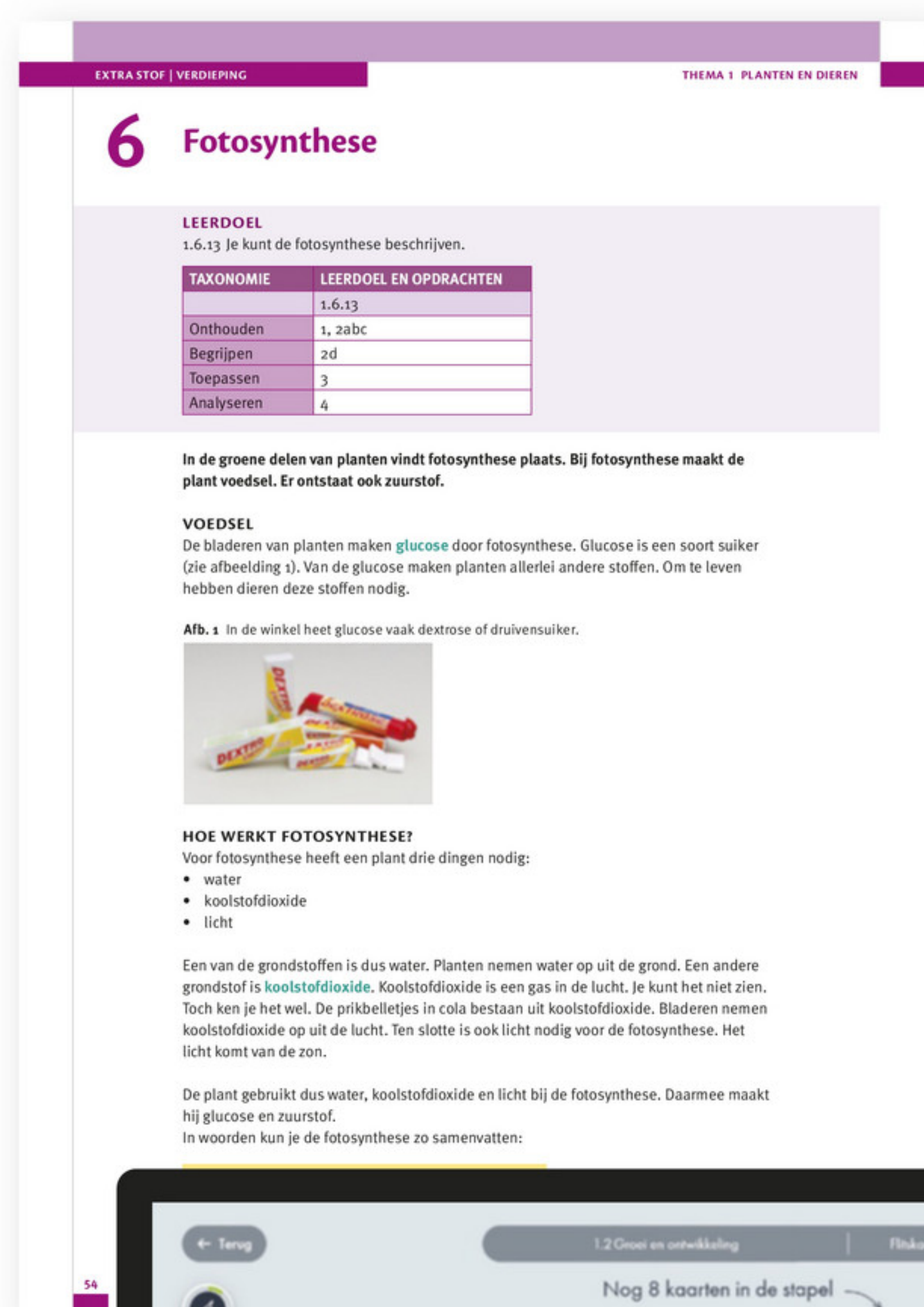
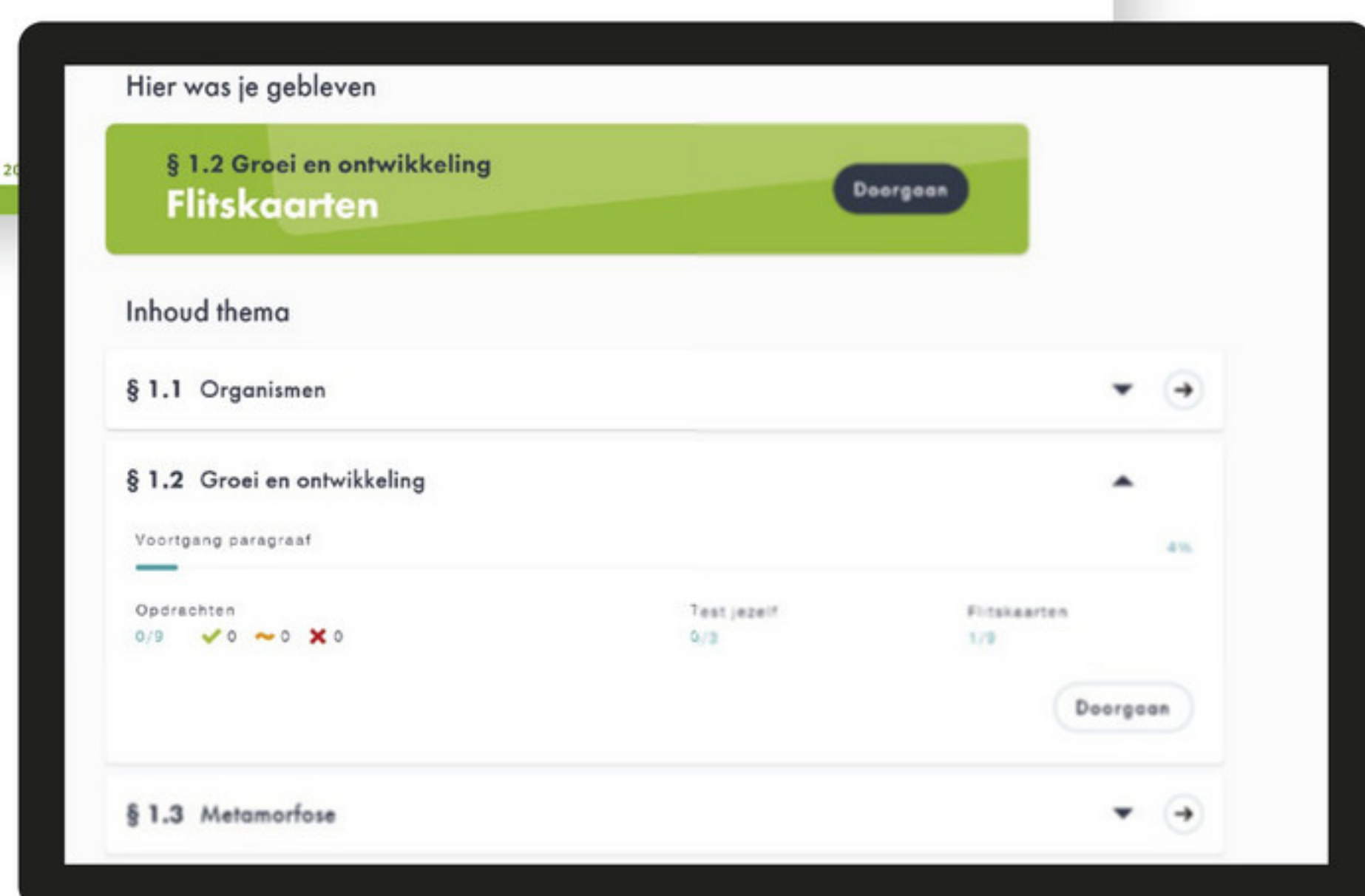
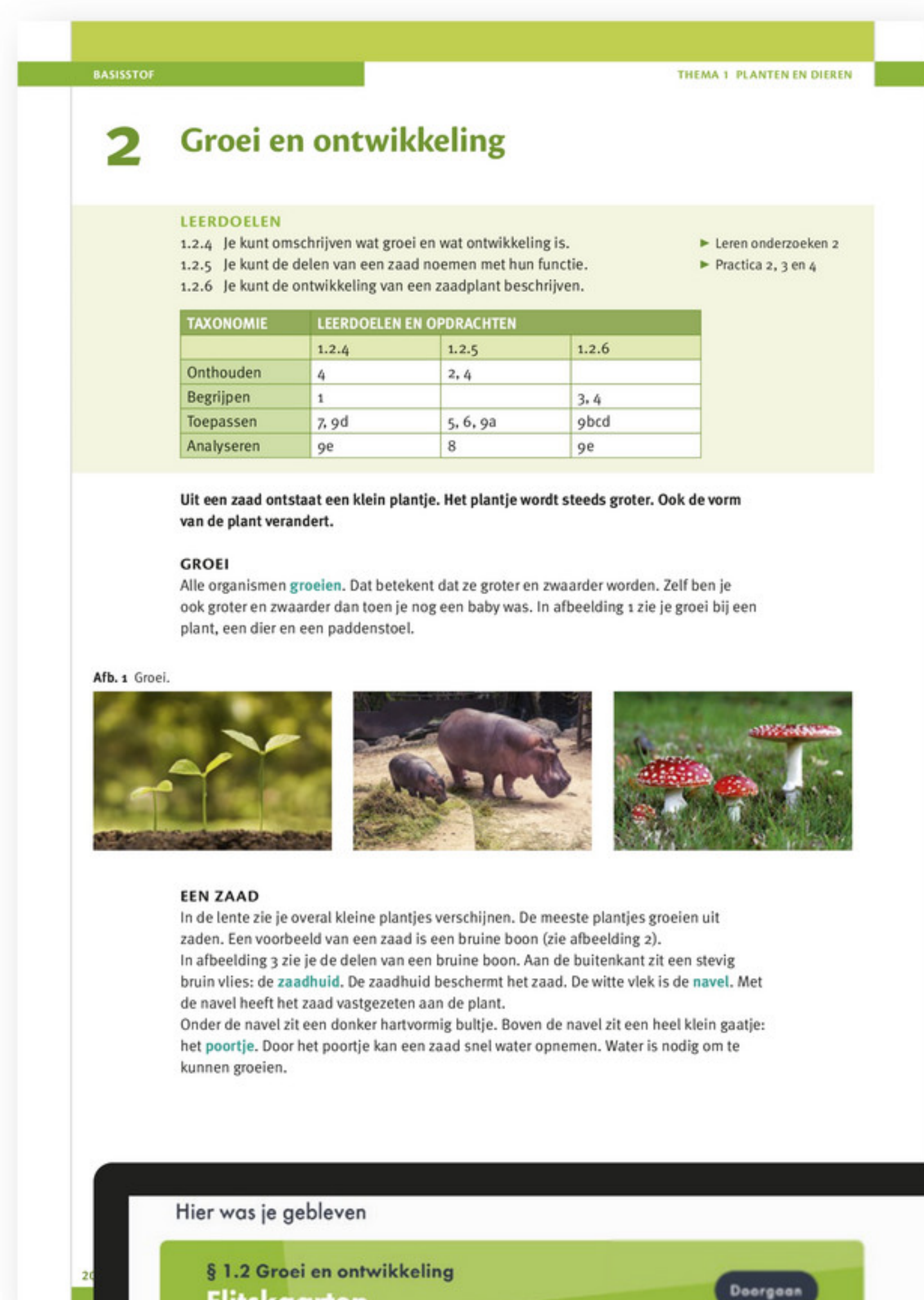
[www.biologievoorjou.nl](http://www.biologievoorjou.nl)

Malmberg, 's-Hertogenbosch



# Aan de slag met *Biologie voor jou*

Biologie is overal om je heen. Met *Biologie voor jou* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken! Als je start met het introductiehoofdstuk, leer je waar het vak biologie om draait, waarom het belangrijk is en wat je ermee kunt.



## Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk thema is verdeeld in basisstof, extra stof, onderzoek en afsluiting. Vooraan staat steeds met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. De extra stof maak je als je meer wilt weten, nieuwsgierig bent of tijd over hebt. In het onderdeel onderzoek leer je onderzoeken en ga je met practica aan de slag.

## Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je leert de begrippen en overhoort jezelf met de flietskaarten.
- Je meet of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets of diagnostische toets.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.



# Samenhang

Aan het einde van elke basisstof én na alle basisstoffen is er een onderdeel samenhang. Deze staan in een oranje kader. Met de samenhang ontdek je hoe de leerstof van belang is in de wereld om je heen. Ook leer je verbanden te zien tussen de informatie uit verschillende basisstoffen.

SAMENHANG

THEMA 1: PLANTEN EN DIEREN

### Samenhang

**JONGE ALBATROSSEN ETEN ZICH DOOD**

Midden in de Grote Oceaan ligt het koraaleiland Midway. De bodem van Midway bestaat uit kalkskeletjes van gestorven koraaldiertjes. Regenwater zakt in deze bodem snel weg. Door het gebrek aan water leven er maar weinig planten en dieren. Wel broeden op Midway elk jaar anderhalf miljoen albatrossen.

Albatrossen brengen een groot deel van hun leven door in de lucht. Ze vliegen duizenden kilometers boven zee op zoek naar voedsel. Ze vinden van alles, zoals levende en dode vissen, garnalen en waterplanten, maar ook stukjes hout en plastic. Zonder op het water te landen pikken ze dat in volle vlucht van het wateroppervlak.

Die vangst bestaat voor een steeds groter deel uit plastic. Het meeste plastic in zee is afkomstig van het vasteland. Plastic afval in de natuur eindigt voor een groot deel in zee. De wind blaast het de zee in of het stroomt met rivierwater mee naar zee. Organismen kunnen plastic niet verteren, waardoor het honderden jaren kan blijven bestaan.

Als de ouders terugkeren van zee, braken ze wat ze verzameld hebben op en voeren dat aan hun jongen (zie afbeelding 1). Op deze manier krijgen jonge albatrossen steeds vaker plastic gevoerd. Een deel van de jonge albatrossen sterft daardoor.

**Afb. 1** Een albatros braakt een plastic dop uit tijdens het voeren.

**OPDRACHTEN**

**1**

a Is een albatros een organisme? Leg uit waardoor je dat weet.

.....

b Is het levend, dood of levenloos?

1 albatros *levend / dood / levenloos*

2 ..... *levend / dood / levenloos*

3 ..... *levend / dood / levenloos*

4 ..... *levend / dood / levenloos*

← Terug

1.250 uur en ontwikkeling

Test jezelf

### Test jezelf

**Zo werkt Test jezelf**

- Met Test jezelf test je jouw kennis van leerdoelen.
- Je kunt tussen door stoppen en later verder gaan.
- Als je klaar bent, zie je welke leerdoelen je beheerst en welke niet.
- Je krijgt geen cijfer voor een Test jezelf.

Deze Test jezelf gaat over:

**Leerdoel A**

4. Je kunt omschrijven wat groei en wat ontwikkeling is.

**Leerdoel B**

5. Je kunt de onderdelen van een zaad noemen met hun functie.

**Leerdoel C**

6. Je kunt de levenscyclus van een zaadplant beschrijven.

# Goede voorbereiding op de toets!

Een thema eindigt met een afsluiting (samenvatting). In de online leeromgeving vind je hier ook **flitskaarten** voor het leren van alle begrippen en er is een **diagnostische toets**. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de **test jezelf** of **oefentoets**.

ONDERZOEK

THEMA 1: PLANTEN EN DIEREN

### Leren onderzoeken

**1 TEKENINGEN MAKEN**

► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 1.0.16, 1.0.17 en 1.0.18 | ► Practicum 1

**NATUURGETROUW EN SCHEMATISCH**

Bij biologie bekijk je organismen zo nauwkeurig mogelijk. De beste manier om dit te doen, is door de organismen na te tekenen. Als je een organisme natekent, kijk je vanzelf heel nauwkeurig naar dat organisme. Bij biologie maak je twee soorten tekeningen: natuurgetrouwe en schematische. In een natuurgetrouwe tekening geef je zo nauwkeurig mogelijk alle details weer (zie afbeelding 1.2). In een schematische tekening laat je de details weg en teken je alleen de belangrijkste kenmerken (zie afbeelding 1.3).

**Afb. 1** Een vlinder.

**AANZICHT EN DOORSNEDE**

Je kunt een tekening maken van het **buitenaanzicht** van een organisme (zie afbeelding 2.1). Je kunt een organisme ook eerst doorsnijden en dan tekenen. Zo'n doorsnede kun je op verschillende manieren maken (zie afbeelding 2.2 en 2.3). Bij een **lengtedoorsnede** snijd je het organisme of het voorwerp in de lengte door. Bij een **dwarsdoorsnede** snijd je het organisme of het voorwerp dwars door. In een doorsnede teken je alleen het snijvlak, dus niet de 'diepte' die je ziet.

**Afb. 2** Een potlood (schematisch).

← Terug

1. Afsluiting

Oefentoets

### Diagnostische toets

Je kunt de opdrachten van de Diagnostische toets maken om je voor te bereiden op de eindtoets van dit thema.

**Opdracht 4**

**Leerdoel 6**

6. Je kunt de levenscyclus van een zaadplant beschrijven.

In de afbeelding is links een jonge ui (jonge ui) weergegeven. Rechts zie je dezelfde ui een jaar later.

1. Wat kun je zien aan de ui in de afbeelding?

2. Hoe kun je zien dat de ui een plant heeft ontwikkeld?

# Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

# Betekenis symbolen

-  Deze opdracht maak je het best in je boek.
-  Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
-  Met dit practicum ben je zó lang bezig.
-  Deze opdracht biedt extra uitdaging.



# Inhoud

## DEEL 2A

### Thema 1

#### Verbranding en ademhaling

##### BASISSTOF

|   |                                       |    |
|---|---------------------------------------|----|
| 1 | Stofwisseling                         | 8  |
| 2 | Verbranding                           | 14 |
| 3 | Het ademhalingsstelsel                | 22 |
| 4 | Ademhalen                             | 30 |
| 5 | Gezonde luchtwegen                    | 38 |
| 6 | Ademhaling bij dieren                 | 45 |
|   | Samenhang:                            | 53 |
|   | <i>Zo relaxed als een roze zeepad</i> |    |

##### EXTRA STOF

|   |                 |    |
|---|-----------------|----|
| 7 | Roken en blowen | 55 |
| 8 | De stembanden   | 60 |

##### ONDERZOEK

|  |                   |    |
|--|-------------------|----|
|  | Leren onderzoeken | 62 |
|  | Practica          | 70 |

##### AFSLUITING

|  |                     |                                                                                     |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Samenvatting        | 86                                                                                  |
|  | Diagnostische toets |  |

### Thema 2

#### Voeding en vertering

##### BASISSTOF

|   |                                         |     |
|---|-----------------------------------------|-----|
| 1 | Voedingsmiddelen en voedingsstoffen     | 92  |
| 2 | Het verteringsstelsel                   | 102 |
| 3 | De organen voor vertering               | 111 |
| 4 | Gezonde voeding                         | 121 |
| 5 | Voedselbederf                           | 132 |
| 6 | Voeding en vertering bij zoogdieren     | 140 |
|   | Samenhang:                              | 146 |
|   | <i>Vliegenlarven voor je viervoeter</i> |     |

##### EXTRA STOF

|   |                    |     |
|---|--------------------|-----|
| 7 | Nadenken over eten | 149 |
| 8 | Productinformatie  | 153 |

##### ONDERZOEK

|  |                   |     |
|--|-------------------|-----|
|  | Leren onderzoeken | 156 |
|  | Practica          | 163 |

##### AFSLUITING

|  |                     |                                                                                       |
|--|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Samenvatting        | 176                                                                                   |
|  | Diagnostische toets |  |

### Thema 3

#### De bloedsomloop

##### BASISSTOF

|   |                                   |     |
|---|-----------------------------------|-----|
| 1 | Bloed                             | 184 |
| 2 | De bloedsomloop                   | 193 |
| 3 | Het hart                          | 205 |
| 4 | Uitscheiding                      | 215 |
| 5 | Het immuunsysteem                 | 221 |
| 6 | Gezond leven                      | 230 |
|   | Samenhang:                        | 238 |
|   | <i>Rennen voor de reuzenteek!</i> |     |

##### EXTRA STOF

|   |                           |     |
|---|---------------------------|-----|
| 7 | Weefselvloeistof en lymfe | 241 |
| 8 | Bloedgroepen              | 244 |

##### ONDERZOEK

|  |                   |     |
|--|-------------------|-----|
|  | Leren onderzoeken | 248 |
|  | Practica          | 258 |

##### AFSLUITING

|  |                     |                                                                                       |
|--|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Samenvatting        | 260                                                                                   |
|  | Diagnostische toets |  |

|  |          |     |
|--|----------|-----|
|  | Register | 266 |
|  | Colofon  | 268 |



# Inhoud

## DEEL 2B

### Thema 4 Voortplanting en seksualiteit

#### BASISSTOF

- 1 De puberteit
- 2 Een vrouw
- 3 Een man
- 4 Seks enzo
- 5 Veilig vrijen
- 6 Zwangerschap  
Samenhang:  
*Kangoeroeën voor knuffelhormoon*

#### EXTRA STOF

- 7 Meer voorbehoedsmiddelen
- 8 De geboorte

#### ONDERZOEK

Leren onderzoeken  
Practica

#### AFSLUITING

Samenvatting  
Diagnostische toets



### Thema 5 Erfelijkheid en evolutie

#### BASISSTOF

- 1 Genotype en fenotype
- 2 Chromosomen
- 3 Genen en allelen
- 4 Transcriptie
- 5 De evolutietheorie
- 6 Geschiedenis van het leven op aarde
- 7 DNA-technieken  
Samenhang:  
*Bruine anolis ziet wit van crispr*

#### EXTRA STOF

- 8 Dominant en recessief
- 9 Kruisingen

#### ONDERZOEK

Leren onderzoeken  
Practica

#### AFSLUITING

Samenvatting  
Diagnostische toets



### Thema 6 Ecologie en duurzaamheid

#### BASISSTOF

- 1 Organismen en hun omgeving
- 2 Voedselrelaties en kringlopen
- 3 Samenleven
- 4 Natuurbeheer
- 5 Mens en milieu
- 6 Duurzaamheid  
Samenhang:  
*De pest aan de rode rivierkreeft*

#### EXTRA STOF

- 7 Energiestroom in een ecosysteem
- 8 Voedselproductie

#### ONDERZOEK

Leren onderzoeken  
Practica

#### AFSLUITING

Samenvatting  
Diagnostische toets



#### PROJECT

Zorgen voor de toekomst



# 1

# Verbranding en ademhaling

In je lichaam vindt verbranding plaats. Daardoor heb je energie om te bewegen en om je lichaam warm te houden. Voor verbranding is zuurstof nodig. Die komt je lichaam binnen via je longen.

## BASISSTOF

|   |                        |    |
|---|------------------------|----|
| 1 | Stofwisseling          | 8  |
| 2 | Verbranding            | 14 |
| 3 | Het ademhalingsstelsel | 22 |
| 4 | Ademhalen              | 30 |
| 5 | Gezonde luchtwegen     | 38 |
| 6 | Ademhaling bij dieren  | 45 |
|   | Samenhang              | 53 |

*Zo relaxed als een roze zeepad*

## EXTRA STOF

|   |                 |    |
|---|-----------------|----|
| 7 | Roken en blowen | 55 |
| 8 | De stembanden   | 60 |

## ONDERZOEK

|  |                   |    |
|--|-------------------|----|
|  | Leren onderzoeken | 62 |
|  | Practica          | 70 |

## AFSLUITING

|  |                     |                                                                                     |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Samenvatting        | 86                                                                                  |
|  | Diagnostische toets |  |









# 1 Stofwisseling

## LEERDOELEN

1.1.1 Je kunt uitleggen dat planten bij de fotosynthese energie vastleggen in glucose.

1.1.2 Je kunt uitleggen dat bij de afbraak van glucose energie vrijkomt.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |             |
|------------|--------------------------|-------------|
|            | 1.1.1                    | 1.1.2       |
| Onthouden  | 1ab, 2                   | 2           |
| Begrijpen  | 1cd, 3, 4                | 3b, 4       |
| Toepassen  | 5a, 6b, 9acd             | 6b, 7a      |
| Analyseren | 5bc, 6ac, 8, 9b          | 6ac, 7b, 9e |

**Planten maken voedsel en zuurstof voor dieren en mensen. De cellen in je lichaam gebruiken de stoffen die planten maken. Daardoor heb je energie om te bewegen en warm te blijven.**

## FOTOSYNTHESE

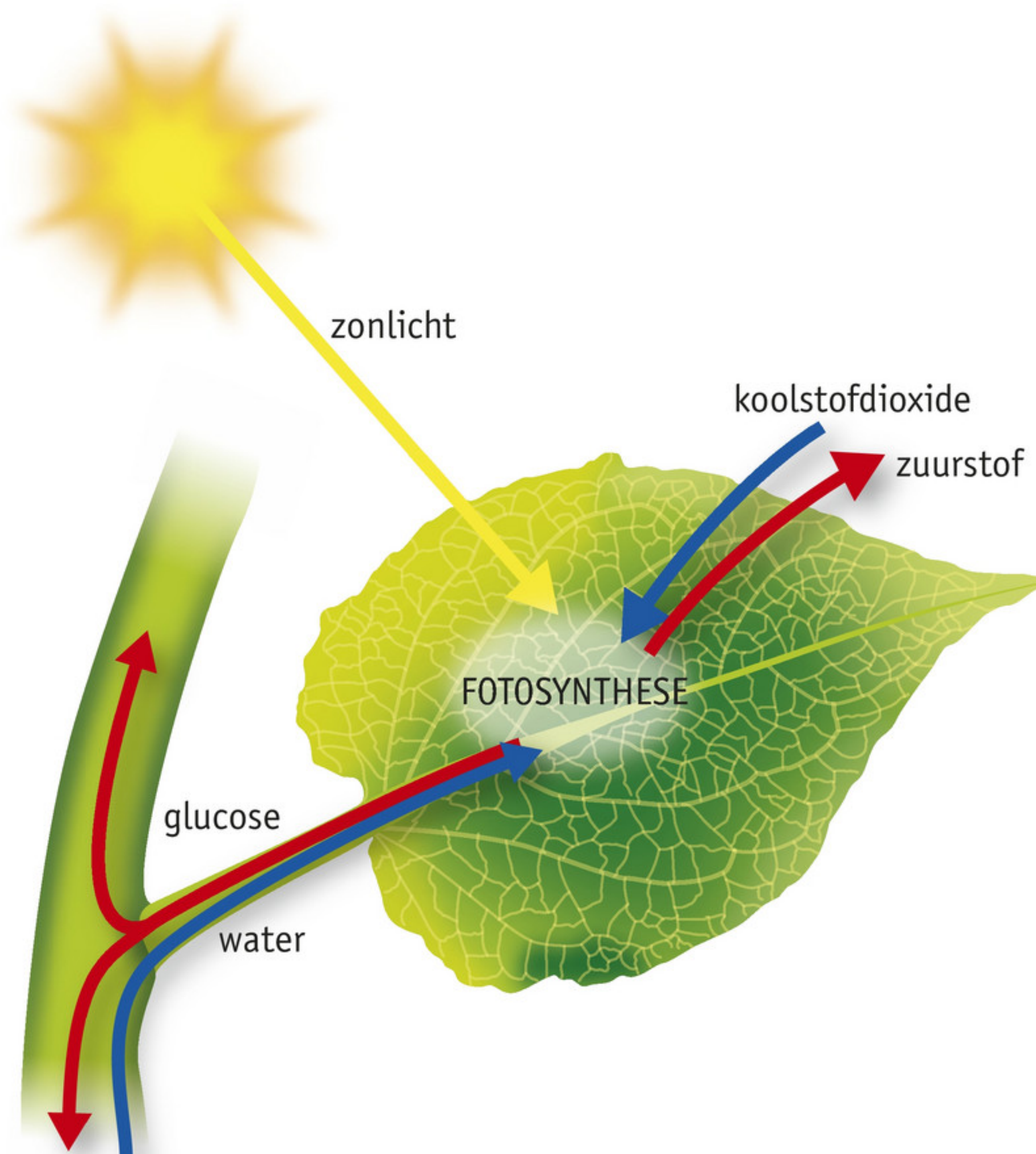
Als het licht is, vindt in de groene delen van planten fotosynthese plaats.

Bladgroenkorrels gebruiken de energie uit zonlicht om koolstofdioxide en water om te zetten in **glucose** (zie afbeelding 1 en 2). Glucose bevat veel energie. Met behulp van die energie maakt een plant van glucose weer allerlei andere stoffen, onder andere de stoffen waaruit de plant bestaat. Bij fotosynthese ontstaat ook zuurstof:

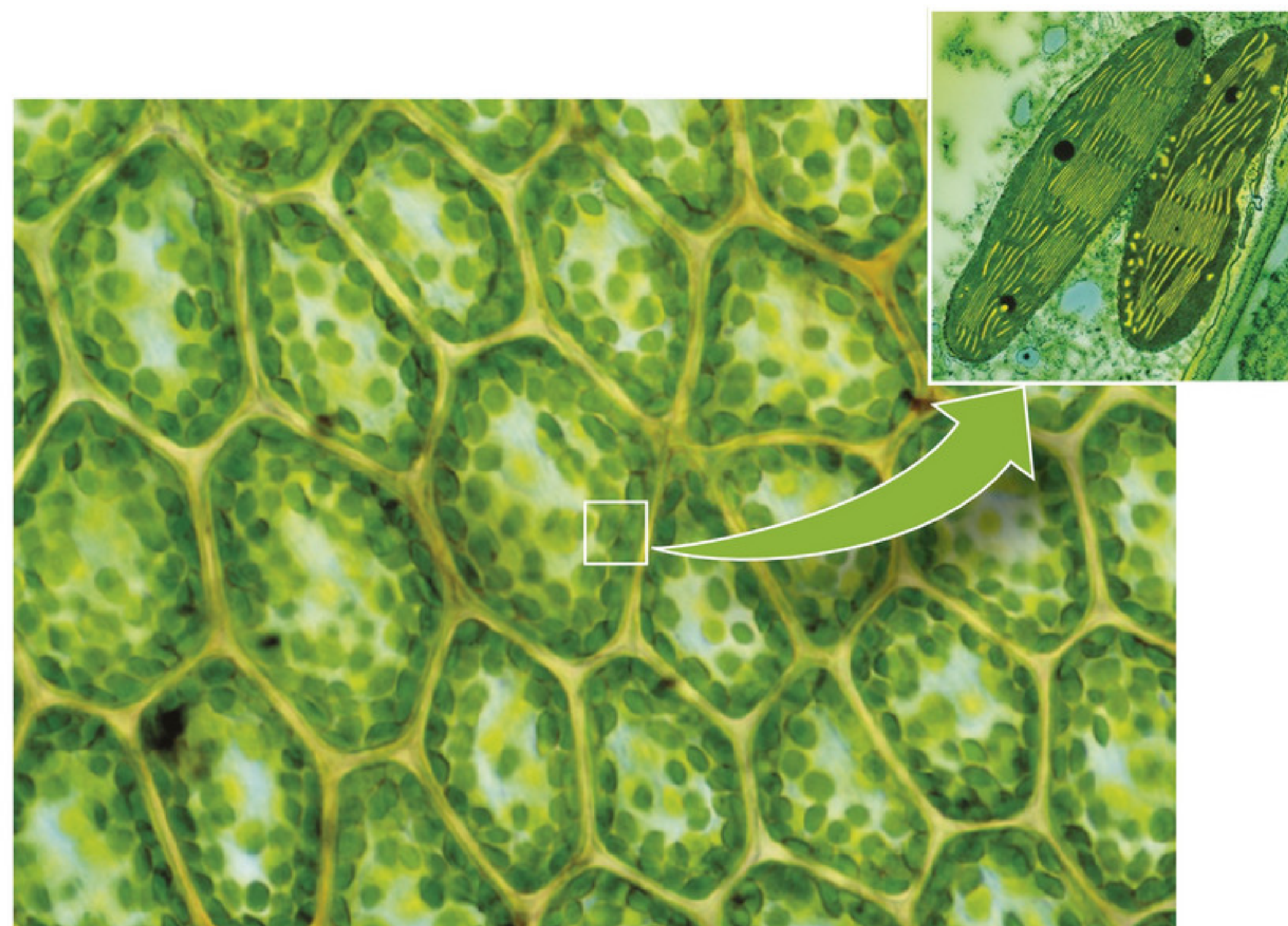
**water + koolstofdioxide + energie → glucose + zuurstof**

Niet alleen plantencellen kunnen stoffen omzetten in andere stoffen. In alle organismen vindt **stofwisseling** plaats. Ook in de cellen van jouw lichaam worden voortdurend stoffen omgezet. Dat zorgt ervoor dat je kunt bewegen, dat je warm blijft en dat je lichaam kan herstellen en groeien. Stofwisseling is nodig om in leven te blijven.

**Afb. 1** Fotosynthese.



**Afb. 2** Bladgroenkorrels in plantencellen.





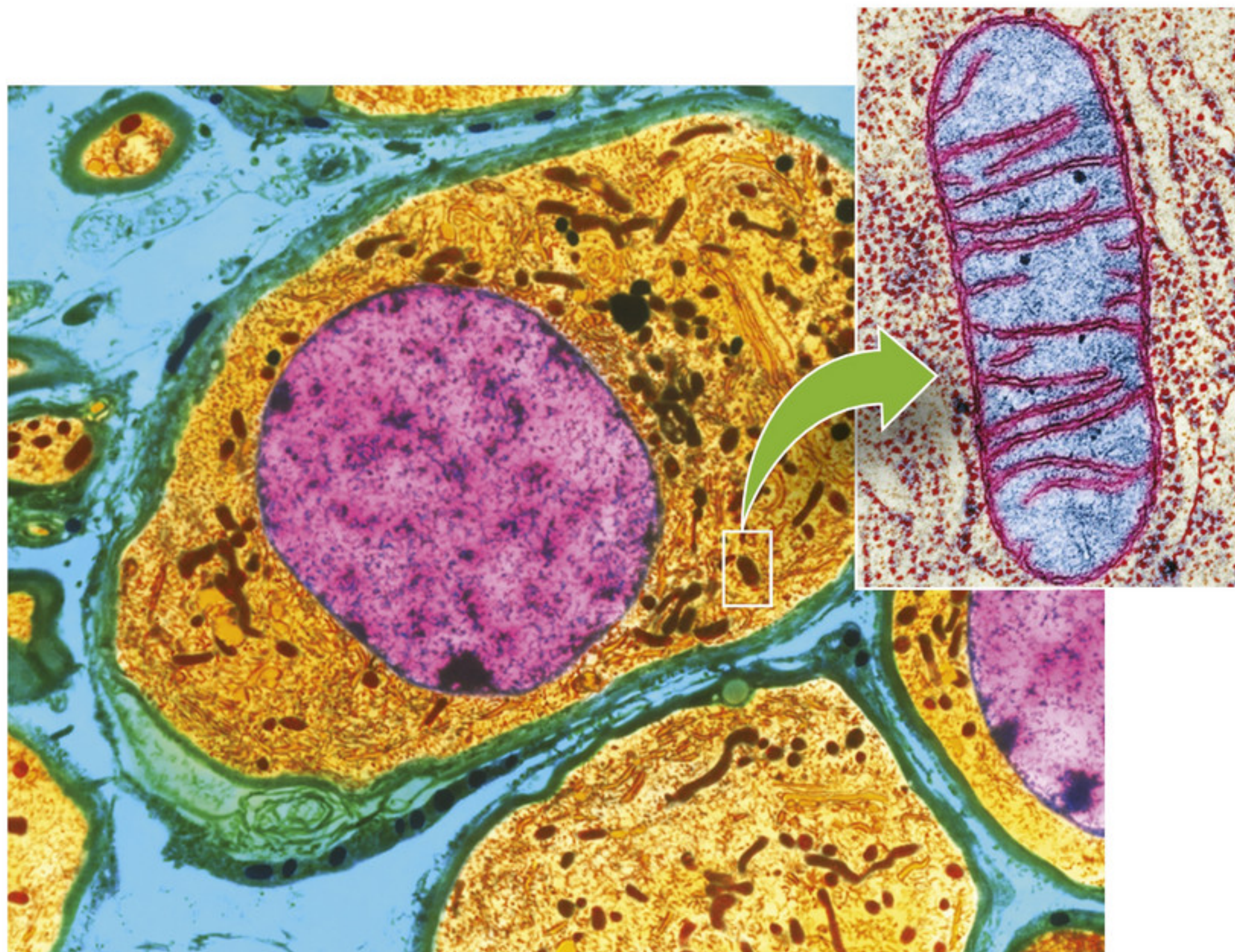
## AFBRAAK

Bladgroenkorrels slaan de energie uit zonlicht op in glucose. De energierijke glucose wordt daarna afgevoerd naar de andere delen van de plant.

Cellen gebruiken glucose als energiebron. Door de glucose af te breken komt de opgeslagen energie vrij. Die energie en de resten van de glucose kan de cel gebruiken, bijvoorbeeld om weer andere stoffen te maken. Zo kan de plant groeien en nieuwe delen maken. Ook in cellen van mensen en dieren wordt glucose afgebroken om energie vrij te maken.

De afbraak van glucose gebeurt in **mitochondriën** (enkelvoud: mitochondrium). Deze celorganellen komen voor in plantaardige en dierlijke cellen. Met een lichtmicroscop kun je ze niet zien, maar met een elektronenmicroscop lukt dat wel. In afbeelding 3 zijn de celorganellen gekleurd met de computer zodat ze beter te zien zijn. De bruine rondjes en staafjes in de cel van afbeelding 3 zijn mitochondriën. Cellen die veel energie nodig hebben, zoals spiercellen, bevatten veel mitochondriën. In de uitvergroting zie je één mitochondrium.

**Afb. 3** Een cel en een mitochondrium.



## KENNIS

1

**a** Welke stoffen heeft een plant nodig voor de fotosynthese?

- ☐ A glucose
- ☐ B koolstofdioxide
- ☐ C water
- ☐ D zuurstof

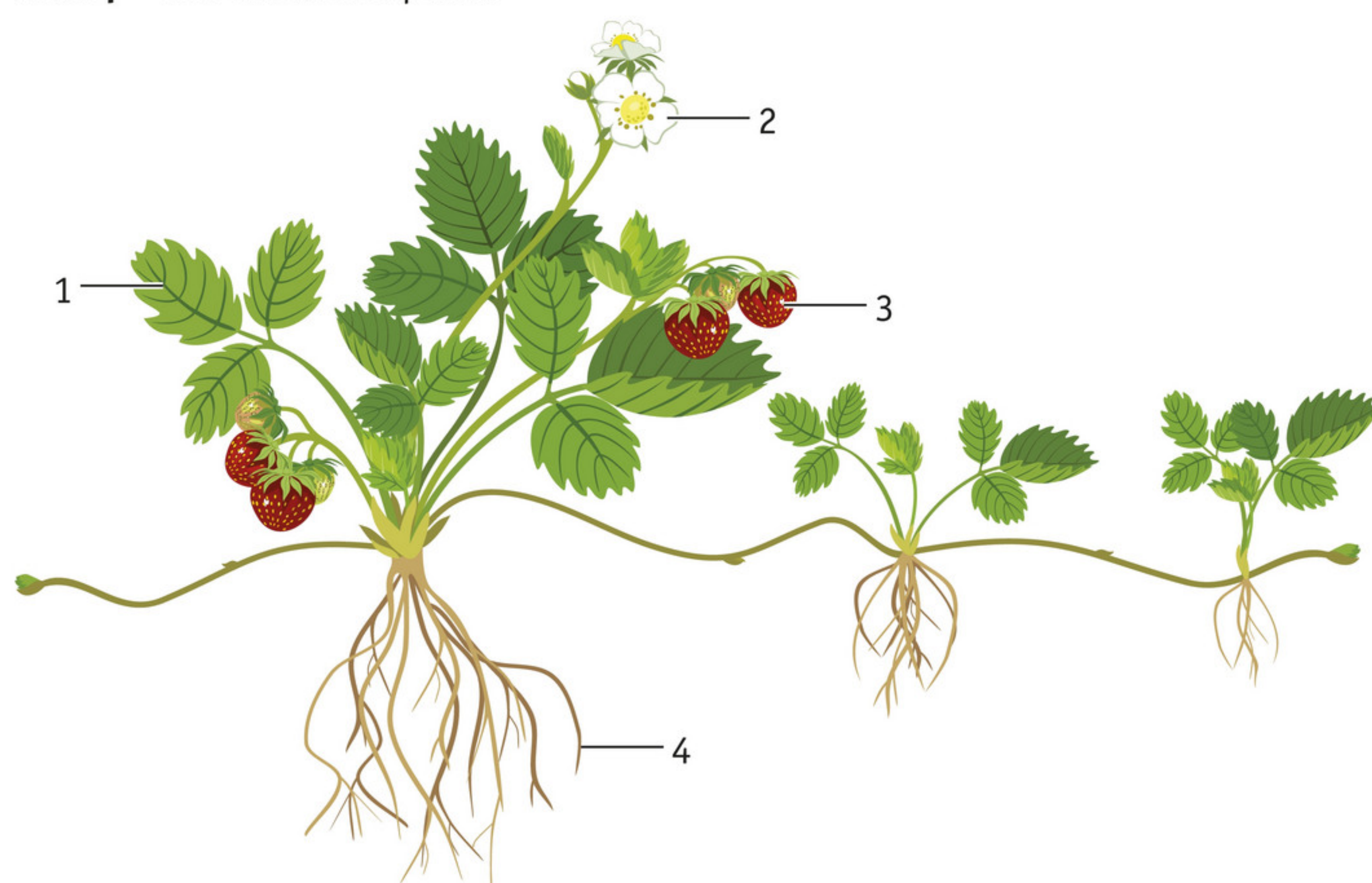
**b** Welke stoffen ontstaan bij de fotosynthese?

- ☐ A glucose
- ☐ B koolstofdioxide
- ☐ C water
- ☐ D zuurstof



- c** In afbeelding 4 zie je een aardbeienplant.  
In welk deel of welke delen van deze plant kan fotosynthese plaatsvinden?  
in deel 1 / 2 / 3 / 4
- d** De aardbeienplant heeft energie nodig voor de fotosynthese.  
Waar komt deze energie vandaan?
- ☐ A de aardbeien
  - ☐ B de bladgroenkorrels
  - ☐ C de bodem
  - ☐ D het water
  - ☐ E het zonlicht

**Afb. 4** Een aardbeienplant.



2

Wat gebeurt er bij stofwisseling?

3

- a**
- Bladgroenkorrels komen voor in de cellen van *dieren / mensen / planten*.
  - Mitochondriën komen voor in de cellen van *dieren / mensen / planten*.
- b**
- Glucose wordt gemaakt in *bladgroenkorrels / mitochondriën*. Hierbij wordt energie *vastgelegd / vrijgemaakt*.
  - Glucose wordt afgebroken in *bladgroenkorrels / mitochondriën*. Hierbij wordt energie *vastgelegd / vrijgemaakt*.



4

**Samenvatting**

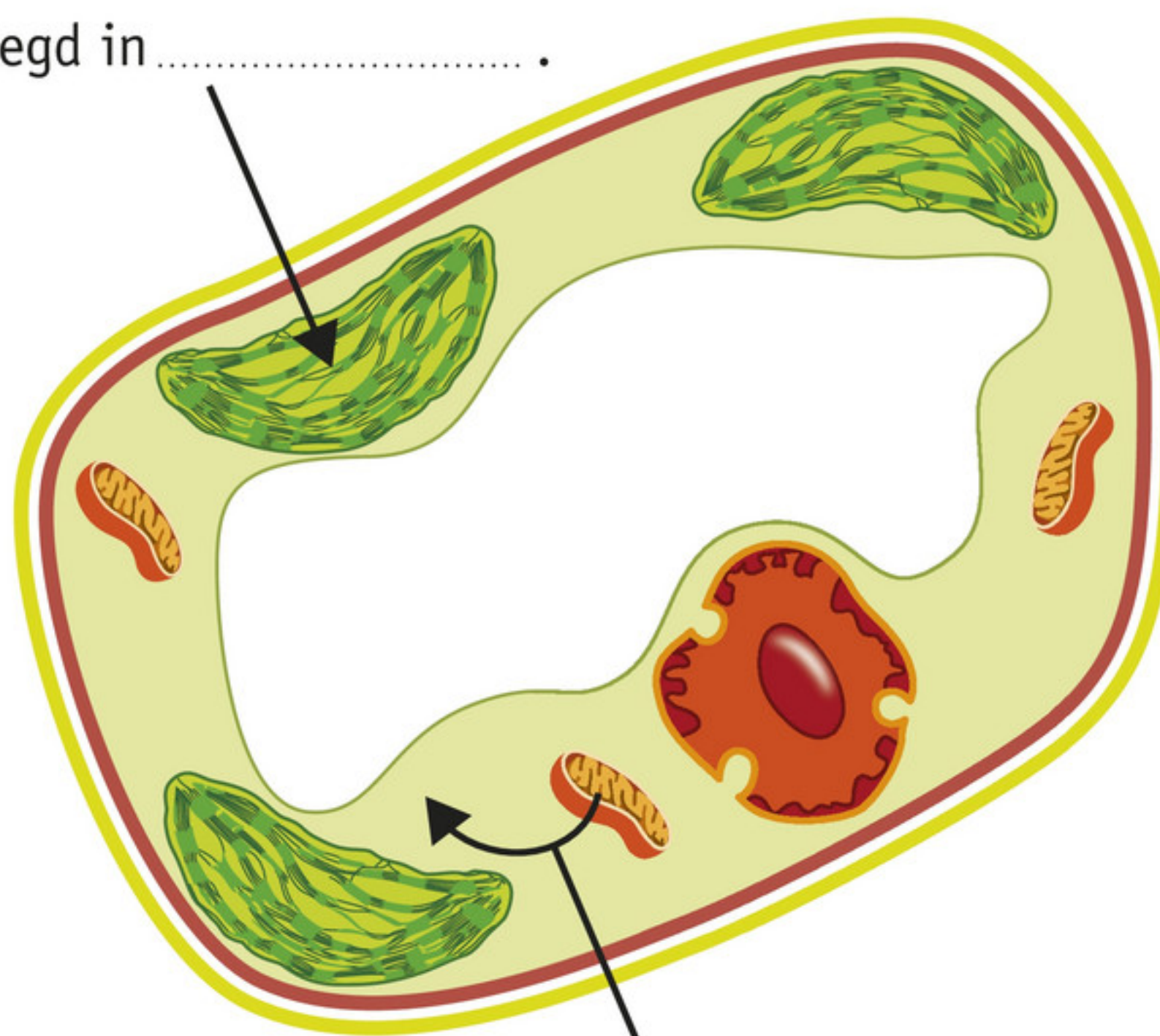
Maak een samenvatting met behulp van afbeelding 5 door bij de pijlen te noteren wat er gebeurt in de plantencel en met welk doel.

**Afb. 5**

In ..... vindt ..... plaats.

..... + ..... + ..... → ..... + .....

De energie wordt vastgelegd in .....



.....

.....

.....

.....

**INZICHT**

5

Funda maakt met waterpest, een glazen trechter, een glazen pot, een reageerbuis, een wasknijper en water een proefopstelling zoals in afbeelding 6. Aan het begin van haar proef is de reageerbuis helemaal gevuld met water. Ze zet de proefopstelling in het licht. Na ongeveer een uur ziet Funda gasbelletjes aan de binnenkant van de trechter.

- Welk gas bevatten de gasbelletjes? Leg je antwoord uit.
- Wat is er na drie dagen gebeurd met de waterstand in de reageerbuis? Leg uit hoe dat komt.
- Wat is er gebeurd met de hoeveelheid koolstofdioxide in het water onder in de trechter? Leg je antwoord uit.

**Afb. 6** Proef met waterpest.



6

Koraalriffen zijn opgebouwd uit formaties van kalksteen (zie afbeelding 7). Rifbouwende koraaldiertjes leven in het koraalrif samen met algen. Algen zijn planten met bladgroen, maar zonder stengels en wortels. Ze zijn vaak eencellig. In algen vindt fotosynthese plaats. De koraaldiertjes maken de kalk voor het uitwendige kalkskelet.

- Leg uit hoe de koraaldiertjes via de algen aan energie kunnen komen voor hun stofwisseling.
- Hoe komen de koraaldiertjes via de algen aan een deel van de stoffen om kalk te maken voor het kalkskelet?
- Het gaat niet goed met de meeste koraalriffen. Een van de mogelijke oorzaken voor de teruggang van koraalriffen is overbevissing. Vissen en zee-egels eten het zeewier op dat op het rif groeit. Als deze dieren door overbevissing verdwijnen, wordt het zeewier niet meer gegeten en blijft het doorgroeien. Er ontstaat dan concurrentie tussen het zeewier en het koraal om de beschikbare ruimte. De aanwezigheid van het zeewier beperkt het koraal ook in zijn groei. Leg dat uit.

**Afb. 7** Een koraalrif.



7

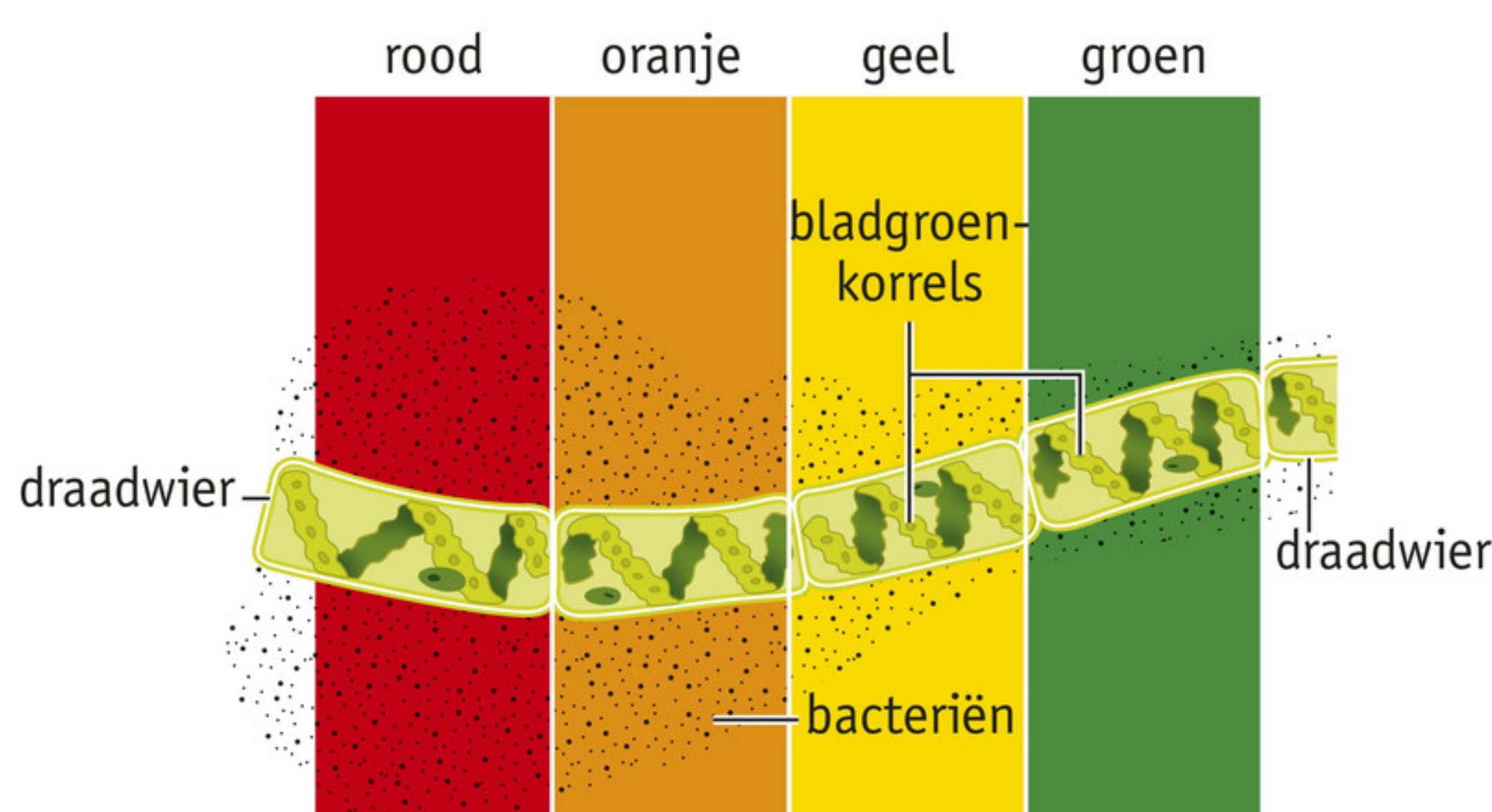
- Welke cellen bevatten de meeste mitochondriën: huidcellen of spiercellen? Leg je antwoord uit.
- Mitochondriaal DNA depletie syndroom (MDS) is een ongeneeslijke aandoening waardoor kinderen vaak jong overlijden. Bij MDS functioneren de mitochondriën niet goed. Leg uit waarom bij kinderen met MDS de spieren niet goed werken.

+ 8

In afbeelding 8 zie je een tekening van vier stukjes draadwier. Op elk stukje van dit waterplantje schijnt een andere kleur licht. De lichtkleur heeft invloed op de intensiteit van de fotosynthese. In de afbeelding zijn ook bacteriën getekend die in de buurt van het draadwier leven.

- Leg uit waarom bij het rode licht de meeste bacteriën voorkomen door fotosynthese.
- Licht bestaat uit verschillende kleuren. Uit afbeelding 8 kun je afleiden dat bij alle kleuren licht fotosynthese plaatsvindt. Wat is daarvan het voordeel voor draadwier?

**Afb. 8** Draadwier.





## SAMENHANG wetenschap

**FOTOSYNTHESE IN HET AMAZONEREGENWOUD**

Meer dan de helft van al het regenwoud op aarde ligt in het Amazonegebied. Het is het grootste regenwoud op aarde. Wetenschappers van Wageningen University onderzoeken, samen met wetenschappers van andere universiteiten in de wereld, wat de invloed is van verhoogde koolstofdioxideconcentraties op de bossen in het Amazonegebied in Zuid-Amerika. Ze onderzoeken of door toename van koolstofdioxide in de lucht de groei van planten in het Amazonegebied wordt beïnvloed en of het regenwoud bestand is tegen de nadelige effecten van klimaatverandering.

Het onderzoek wordt uitgevoerd in een bosreservaat in het Amazonegebied in Brazilië. In een klein stukje van het regenwoud wordt het koolstofdioxidegehalte van de lucht kunstmatig verhoogd door grote hoeveelheden koolstofdioxidegas in het bos te pompen. De groei van de bomen in het onderzoeksgebied wordt tien jaar lang gevolgd.

**Afb. 9** Het Amazoneregenwoud.



9

Lees de tekst 'Fotosynthese in het Amazoneregenwoud'.

- a** Leg uit waarom de onderzoekers verwachten dat de verhoogde koolstofdioxideconcentraties invloed hebben op de bossen in het Amazoneregenwoud.
- b** Het Amazonegebied heeft een tropisch regenwoudklimaat zonder een duidelijk droog seizoen. Het hele jaar valt er vrij veel regen. Dit zorgt regelmatig voor overstromingen die hele stukken regenwoud onder water kunnen zetten.  
Wetenschappers verwachten dat er door een toename van de koolstofdioxideconcentratie minder overstromingen zullen zijn. Leg dat uit.
- c** Amazoneonderzoeker Bart Kruijt van Wageningen University zegt dat de plantengroei op onze planeet een kwart opneemt van alle koolstofdioxide die we uitstoten. Ook wordt er enorm veel koolstofdioxide in de bossen opgeslagen.  
Leg uit hoe koolstofdioxide in de bossen kan worden opgeslagen.
- d** Waar halen de bomen in het Amazoneregenwoud de energie vandaan om te kunnen groeien?
- e** De açai-boom is een tropische palm die groeit in het Amazoneregenwoud. Van augustus tot december hangt de boom vol vruchten, açais, die zo groot zijn als een kers. De vruchten zijn rijk aan voedingsstoffen en zijn daarom populair als 'superfood'. De bessen worden vaak tot pulp vermalen en als koude pap gegeten. Eduardo is atleet en drinkt voor een wedstrijd een drankje met onder andere açai. Beschrijf hoe Eduardo energie krijgt uit de açai om te kunnen sporten.



# 2 Verbranding

LEERDOELEN

- 1.2.3 Je kunt het verband uitleggen tussen verbranding in cellen en lichamelijke activiteit.

1.2.4 Je weet dat bij verbranding zuurstof wordt verbruikt en koolstofdioxide ontstaat.

1.2.5 Je kunt het verschil in verbranding bij koudbloedige en warmbloedige dieren beschrijven.
- Leren onderzoeken 1 en 2

► Practica 1, 2 en 3

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |                  |                |        |
|------------|--------------------------|------------------|----------------|--------|
|            | 1.2.3                    | 1.2.4            | 1.2.5          | 1.1.1* |
| Onthouden  |                          | 2a               |                |        |
| Begrijpen  | 1, 5                     | 2b, 3, 5         | 4, 5, 11e      |        |
| Toepassen  | 7b, 11d                  | 6ac, 7b          | 8abc, 9ac, 11d | 7a     |
| Analyseren | 11abc                    | 6bd, 7c, 10, 11c | 8d, 9b, 11abc  | 7c     |

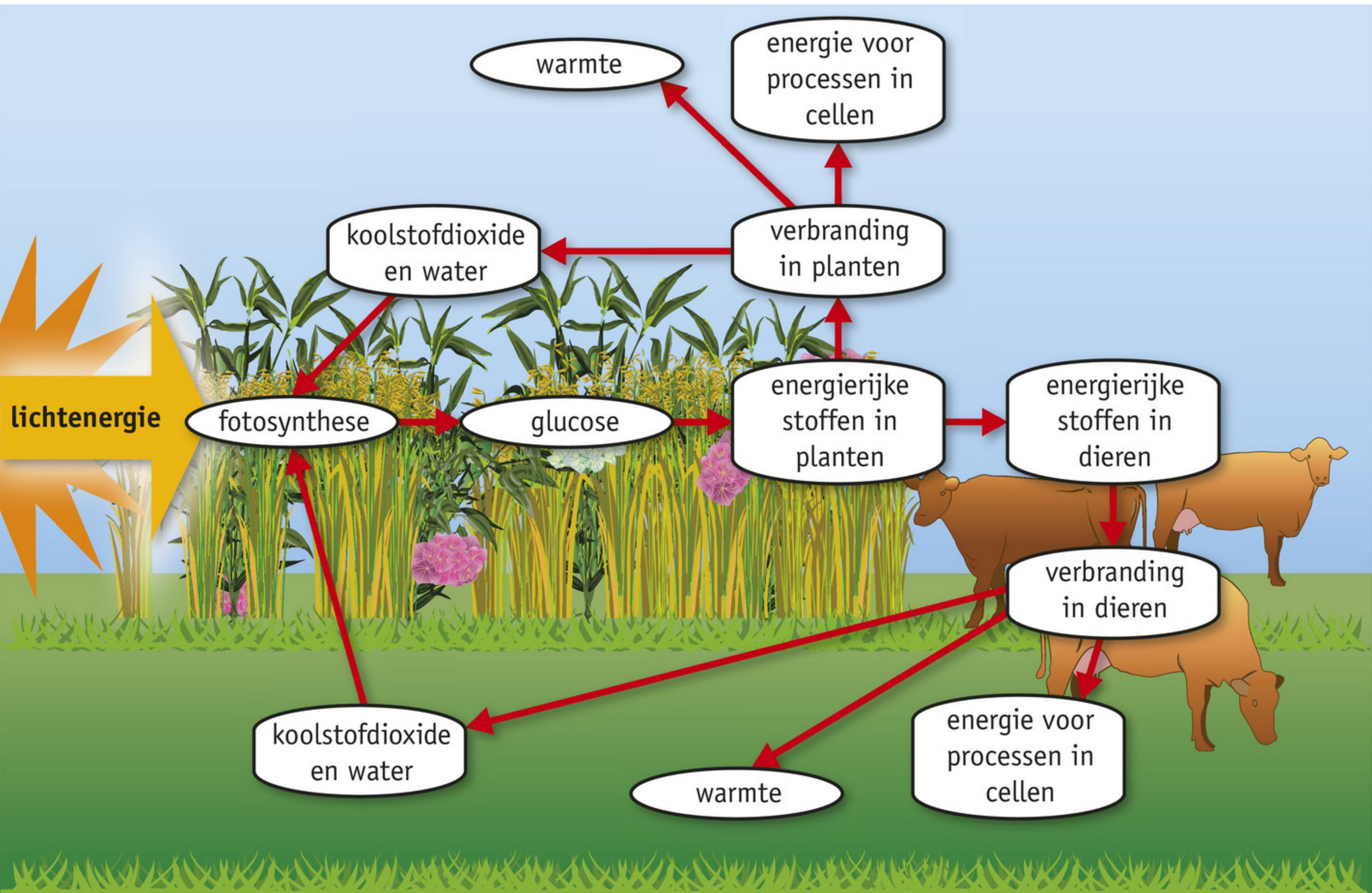
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Een benzinemotor verbrandt een brandstof (benzine) om energie vrij te maken. Bij de verbranding verdwijnt de brandstof en ontstaan nieuwe stoffen. Ook in je lichaam vindt verbranding plaats.

ENERGIE

In je lichaam wordt glucose afgebroken om energie vrij te maken. Alle organen in je lichaam hebben energie nodig. Je hebt bijvoorbeeld energie nodig om te bewegen en om je lichaamstemperatuur op peil (ongeveer 37 °C) te houden. De afbraak van glucose in cellen noem je **verbranding**. In je lichaam is voor verbranding geen vuur nodig, maar wel een **brandstof**. Cellen gebruiken glucose als brandstof.

Afb. 1 Alle organismen hebben energie nodig.





Verbranding vindt plaats in elke cel van je lichaam, dag en nacht. Zonder verbranding gaat een cel dood. Dat geldt niet alleen voor de cellen van een mens, maar voor alle levende cellen van alle organismen (zie afbeelding 1). Bij verbranding komt energie vrij die nodig is voor alle processen in een cel. Als er geen energie meer is, stoppen de processen en gaat de cel dood.

### ZUURSTOF EN KOOLSTOFDIOXIDE

Voor verbranding is naast een brandstof ook zuurstof nodig. Denk maar aan een brandende kaars. Als je een glas over de brandende kaars zet, gaat de kaars uit (zie afbeelding 2). Dat komt doordat de zuurstof opraakt.

**Afb. 2** Zonder zuurstof gaat de kaars uit.



Voor verbranding in je lichaam geldt hetzelfde. Er is een brandstof nodig (glucose) en zuurstof. Bij verbranding ontstaan (afval)stoffen, namelijk water en koolstofdioxide. Zuurstof is dus nodig om glucose om te zetten in koolstofdioxide en water. Daarbij komt energie vrij:

**glucose + zuurstof → water + koolstofdioxide + energie**

De energie die vrijkomt, wordt omgezet in beweging en warmte. De warmte geef je af aan je omgeving. Als je actiever wordt, heb je meer energie nodig. Vooral in je spieren wordt dan meer glucose verbrand. Hoe groter de lichamelijke inspanning, hoe meer verbranding er plaatsvindt. Je hart en je longen werken dan harder om ervoor te zorgen dat de cellen voldoende brandstof en zuurstof krijgen, en om de afvalstoffen water en koolstofdioxide af te voeren uit de cellen.

### KOUDBLOEDIG

Sommige dieren houden hun lichaamstemperatuur altijd even hoog (constant). Deze dieren noem je **warmbloedig**. Andere dieren hebben een wisselende lichaamstemperatuur. Bij deze dieren is de temperatuur van het lichaam ongeveer gelijk aan de temperatuur van de omgeving. Zij worden **koudbloedig** genoemd. Alleen vogels en zoogdieren zijn warmbloedig.

De verbranding in cellen is afhankelijk van de temperatuur. Hoe hoger de lichaamstemperatuur is, hoe meer verbranding er plaatsvindt. Als de temperatuur van de omgeving laag is, is bij koudbloedige dieren de lichaamstemperatuur ook laag. Er vindt dan weinig verbranding plaats in hun lichaam. Als er weinig verbranding is, komt er ook weinig energie beschikbaar. Bij koud weer zijn koudbloedige dieren dan ook niet erg actief.



Veel koudbloedige dieren houden in de winter een **winterslaap**. Schildpadden bijvoorbeeld graven zich in op een beschutte plek en houden daar hun winterslaap (zie afbeelding 3). Tijdens de winterslaap daalt de lichaamstemperatuur van de dieren en vertraagt hun stofwisseling. Daardoor hebben ze maar heel weinig energie en zuurstof nodig. Sommige reptielen brengen hun hele winterslaap door zonder adem te halen.

**Afb. 3** Een schildpad in winterslaap.

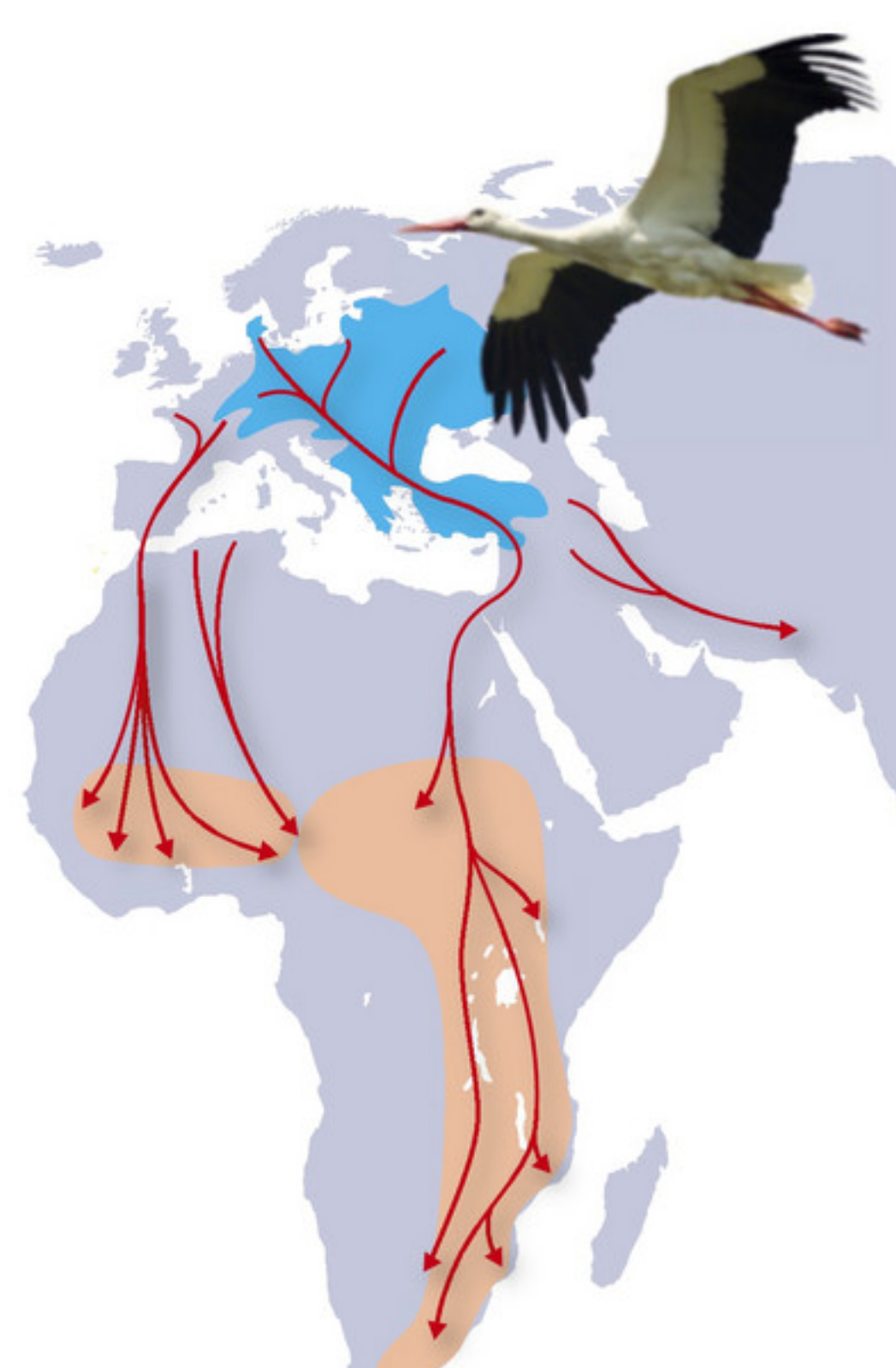


### WARMBLOEDIG

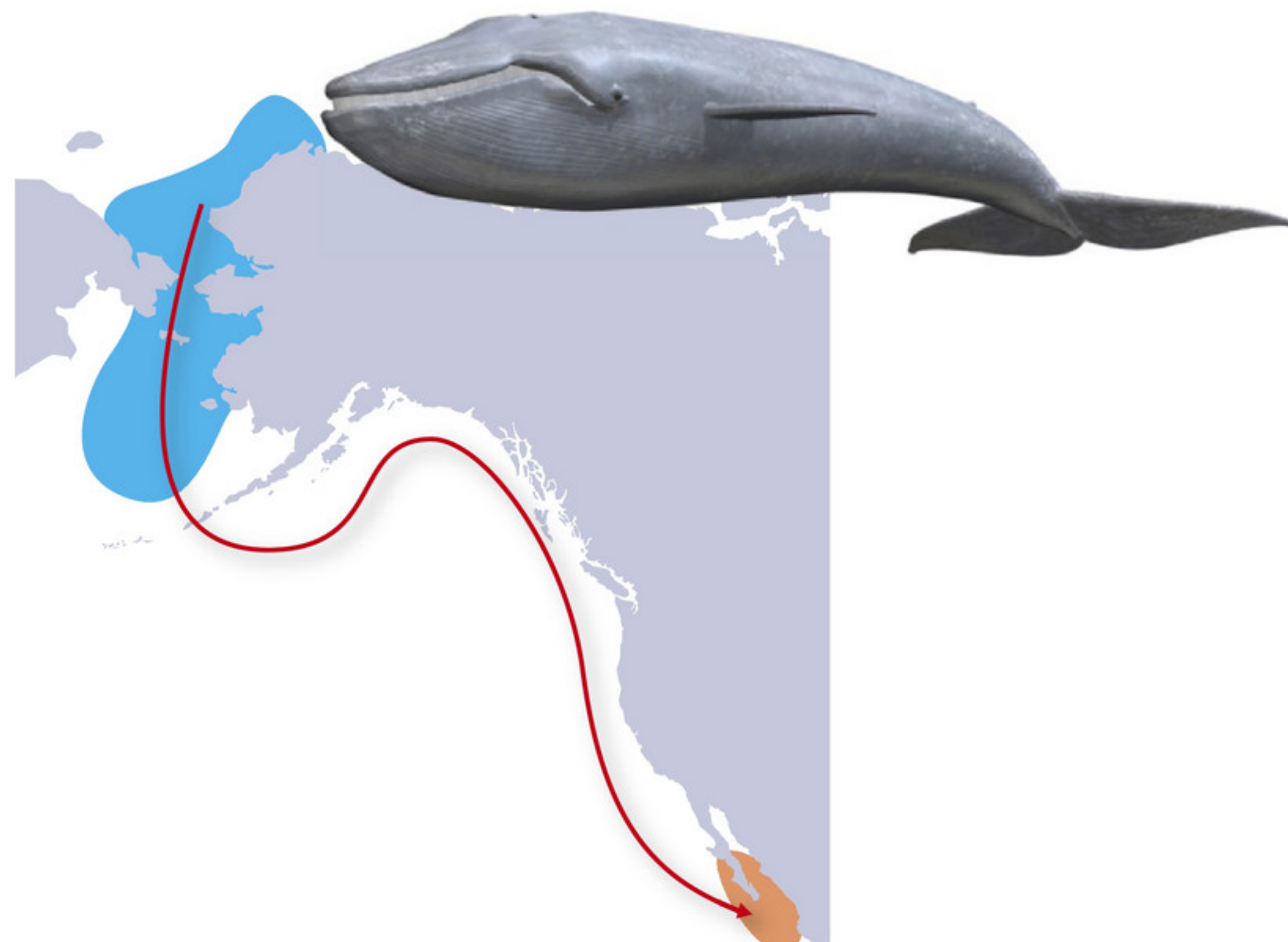
Vogels en zoogdieren hebben een constante lichaamstemperatuur. Ze zijn daardoor minder afhankelijk van de temperatuur van de omgeving. In hun lichaam vindt voortdurend veel verbranding plaats. Hierbij komt veel energie vrij. Veel vogels en zoogdieren zijn daardoor in staat ook 's winters een actief leven te leiden. In de winter vindt er extra veel verbranding plaats om hun lichaamstemperatuur op peil te houden. Daarvoor hebben ze veel voedsel nodig. Om dit voedsel te bemachtigen, moeten de dieren veel bewegen. Ook daarvoor is veel energie nodig en dus nog meer voedsel.

Warmbloedige dieren hebben **isolatie** voor het constant houden van hun lichaamstemperatuur. Zoogdieren hebben een vetlaag onder de huid en een dikke vacht van haren. Vogels hebben ook een vetlaag onder de huid en een dik verenpak. Veel vogels trekken in de herfst weg naar warmere streken. Dat noem je de **trek** of vogeltrek. Ook zoogdieren kunnen wegtrekken. Grijze walvissen bijvoorbeeld trekken in de herfst weg naar warmere wateren (zie afbeelding 4). Sommige zoogdieren houden een winterslaap, zoals egels en vleermuizen. Tijdens de winterslaap daalt de temperatuur van de dieren en hebben ze een lagere energiebehoefte.

**Afb. 4** Trekroutes.



1 van de ooievaar



2 van de grijze walvis



## KENNIS

1

- a** Wanneer vindt de meeste verbranding in je spiercellen plaats: als je sport of als je YouTube-filmpjes kijkt? Leg je antwoord uit.
- b** Wanneer vindt in plantaardige cellen verbranding plaats?
- ☐ A alleen overdag
  - ☐ B alleen 's nachts
  - ☐ C overdag en 's nachts
  - ☐ D nooit

2

- De afbraak van glucose in cellen noem je verbranding.
- a** Geef in een schema weer welke stoffen bij verbranding worden verbruikt en welke stoffen bij verbranding ontstaan.
- b** In welke celorganellen vindt verbranding plaats?

3



Twee processen zijn fotosynthese en verbranding.  
Vul de tabel in.

|                                                                           | Fotosynthese | Verbranding |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| In welke organismen vindt het proces plaats?                              |              |             |
| In welk celorganel vindt het proces plaats?                               |              |             |
| Vindt het proces plaats in het licht, in het donker of in beide gevallen? |              |             |
| Wordt glucose gemaakt of verbruikt?                                       |              |             |
| Wordt koolstofdioxide gemaakt of verbruikt?                               |              |             |
| Wordt zuurstof gemaakt of verbruikt?                                      |              |             |

4

- a** Leg uit waarom warmbloedige dieren in de winter meer voedsel nodig hebben dan in de zomer.
- b** Welke vormen van isolatie heeft een pinguïn?
- c** Nathan is op vakantie in Spanje. Als hij 's ochtends vroeg op weg is om broodjes te kopen, ziet hij een hagedis op een steen zitten. Hagedissen zijn koudbloedig. Het lukt hem vrij gemakkelijk om de hagedis op te pakken.  
Leg uit waarom Nathan de hagedis gemakkelijk kan oppakken.



5

**Samenvatting**

- Geef aan wat verbranding is en welke stoffen worden omgezet bij verbranding.
- Leg uit waar en wanneer verbranding plaatsvindt.
- Leg uit wanneer veel verbranding plaatsvindt en wat dit betekent voor de hoeveelheid stoffen die wordt omgezet.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**INZICHT**

6

Koen traint voor de marathon van Rotterdam. Hij zoekt op internet op wat het lopen van zo'n lange afstand doet met het lichaam. Hij leest dat van alle organen in het lichaam het hart misschien wel het zwaarst wordt belast tijdens het lopen van een marathon. Het klopt dan zo'n 150 keer per minuut. In rust klopt het hart ongeveer 70 keer per minuut.

- Leg uit waarom het hart tijdens een marathon vaker klopt dan in rust.
- Tijdens het lopen van een marathon regelen verschillende processen in het lichaam dat het bloed naar de organen gaat die dat het hardst nodig hebben. Dat zijn de spieren. De maag en darmen worden naarmate de marathon vordert steeds minder van bloed voorzien.  
Leg uit waarom de maag en darmen minder bloed krijgen dan de spieren.
- Waarom gaat de ademhaling van een marathonloper sneller?
- Janneke geeft op haar site adviezen over alles wat met hardlopen en wielrennen te maken heeft. Koen leest dat ze tijdens een marathon gels gebruikt. Dat zijn stroperige sapjes die veel glucose bevatten. Janneke geeft aan dat ze al vanaf de start gels begint te gebruiken, omdat ze een marathon anders niet uit kan lopen.  
Leg uit waarom Janneke de marathon zonder de gels niet uit kan lopen.

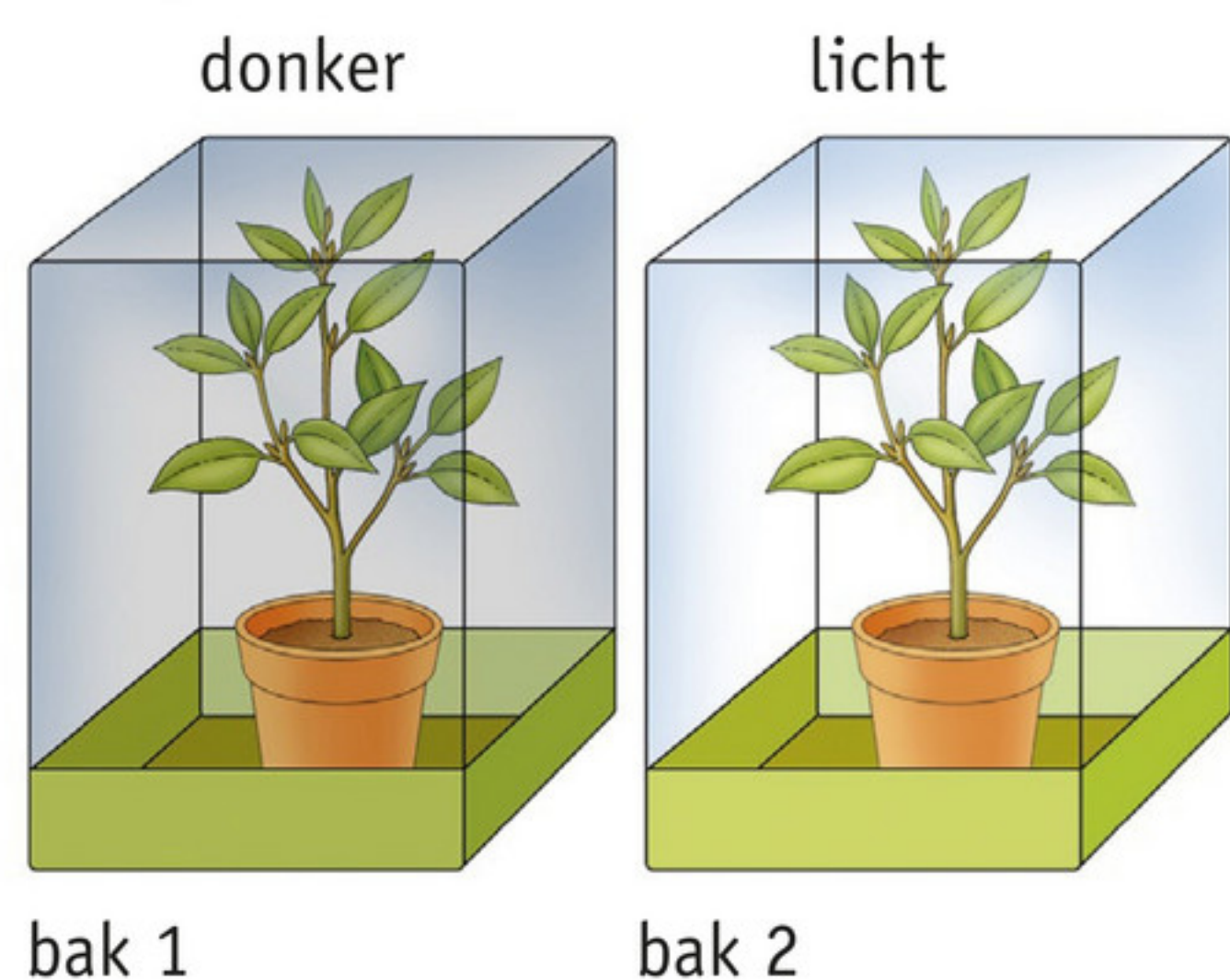


7

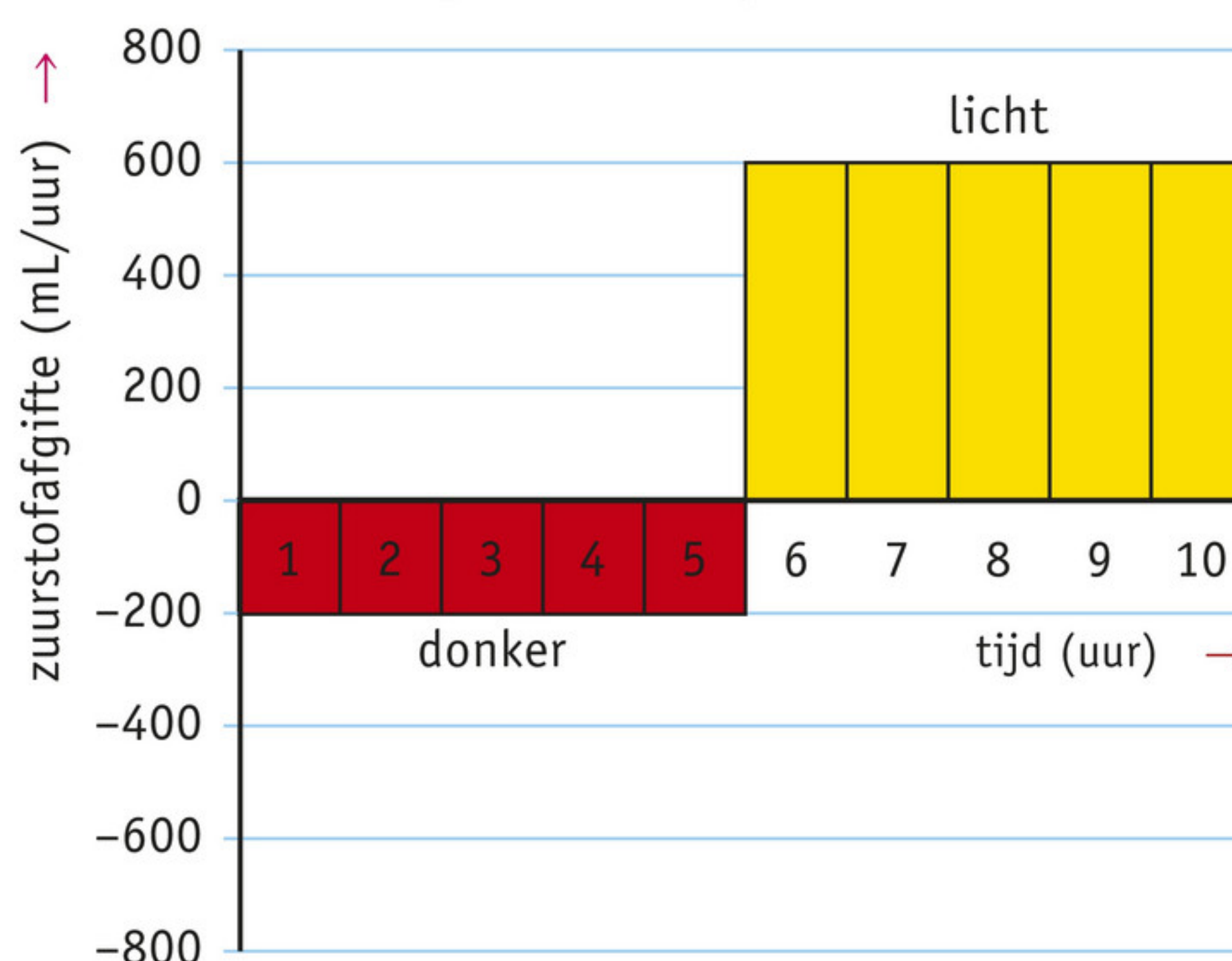
Bekijk afbeelding 5.

- In welke bak(ken) wordt koolstofdioxide verbruikt? Leg je antwoord uit.
- In welke bak(ken) wordt zuurstof verbruikt? Leg je antwoord uit.
- De plant in bak 2 staat de eerste vijf uur in het donker. De tweede vijf uur staat de plant in het licht. Tien uur lang zijn de zuurstofopname en zuurstofafgifte van de plant gemeten. De resultaten zijn verwerkt in de grafiek van afbeelding 6.  
Leg met behulp van de grafiek uit dat de plant in het licht 800 mL zuurstof per uur produceert.

Afb. 5



Afb. 6 Zuurstofafgifte van een plant.

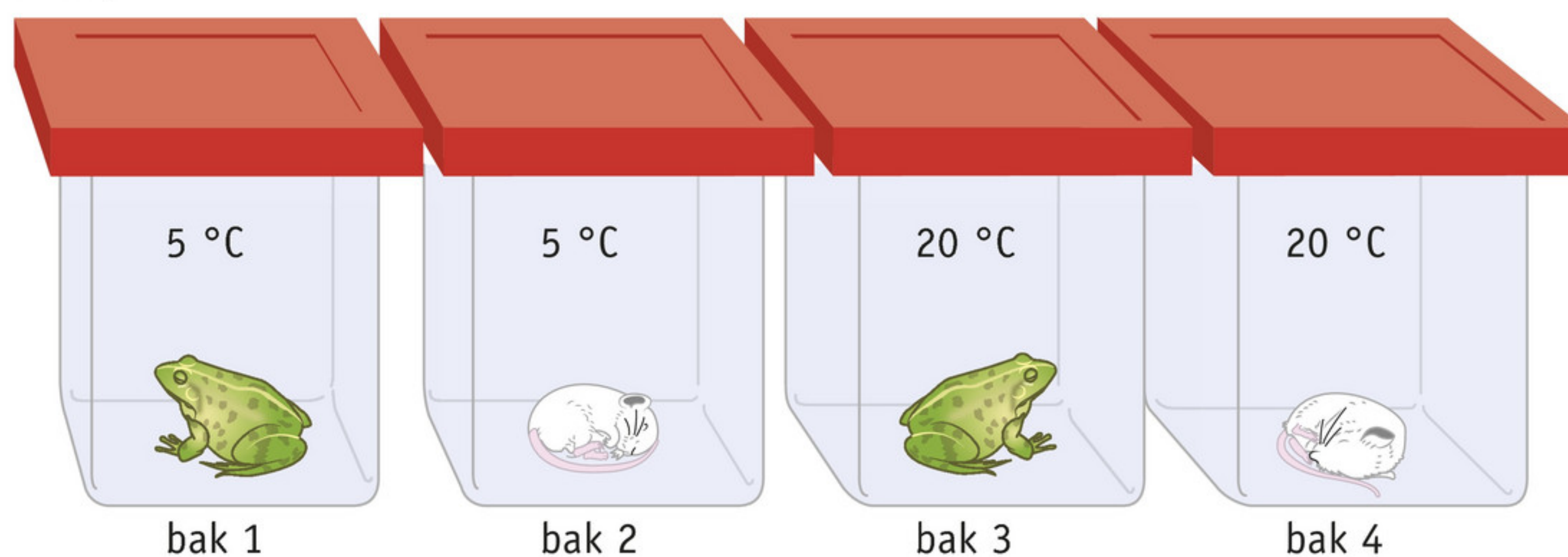


8

In afbeelding 7 zijn twee kikkers en twee muizen getekend, die elk in een afgesloten bak liggen te slapen. De vier dieren zijn even groot. De temperatuur in de bakken is verschillend.

- Vergelijk de kikker in bak 1 met de kikker in bak 3.
  - Welke kikker heeft de hoogste lichaamstemperatuur? de kikker in bak 1 / 3
  - Bij welke kikker zal in het lichaam de meeste verbranding plaatsvinden? bij de kikker in bak 1 / 3
- Vergelijk de kikker in bak 3 met de muis in bak 4.
  - Welk dier heeft de hoogste lichaamstemperatuur? de kikker in bak 3 / de muis in bak 4
  - Bij welk dier zal in het lichaam de meeste verbranding plaatsvinden? bij de kikker in bak 3 / bij de muis in bak 4
- Vergelijk de muis in bak 2 met de muis in bak 4.
  - Is er verschil in lichaamstemperatuur van de beide muizen? ja / nee
  - Bij welke muis zal in het lichaam de meeste verbranding plaatsvinden? bij de muis in bak 2 / 4
- In welke van de vier bakken zal de hoeveelheid zuurstof het snelst afnemen? Leg je antwoord uit.

Afb. 7





9

Lees de tekst 'Geen trek in vogeltrek' in afbeelding 8.

- a Geef een reden waarom vogels in de herfst wegtrekken uit hun broedgebied.
- b Geef twee redenen waarom vogels in het voorjaar wegtrekken uit het zuiden en weer terugkomen naar hun broedgebied in Nederland.
- c In de afgelopen jaren is de gemiddelde temperatuur in Nederland gestegen. Leg uit dat daardoor steeds meer tjiftjaffen in Nederland blijven.

#### Afb. 8

##### Geen trek in vogeltrek

De tjiftjaf is een kleine, onopvallend bruingeelgroene vogel die in het struikgewas leeft in het bos. Hij is vooral te herkennen aan zijn zang, want hij roept zijn eigen naam. De tjiftjaf eet insecten en larven van bijvoorbeeld muggen, kevers en vliegen. In het najaar eet hij ook bessen en zaden. Van begin augustus tot half oktober trekken veel vogels van deze soort naar het zuiden om in Spanje, Portugal of Noord-Afrika te overwinteren. Tussen april en half mei komen ze weer terug om te broeden. Steeds meer vogels van deze soort overwinteren in Nederland.

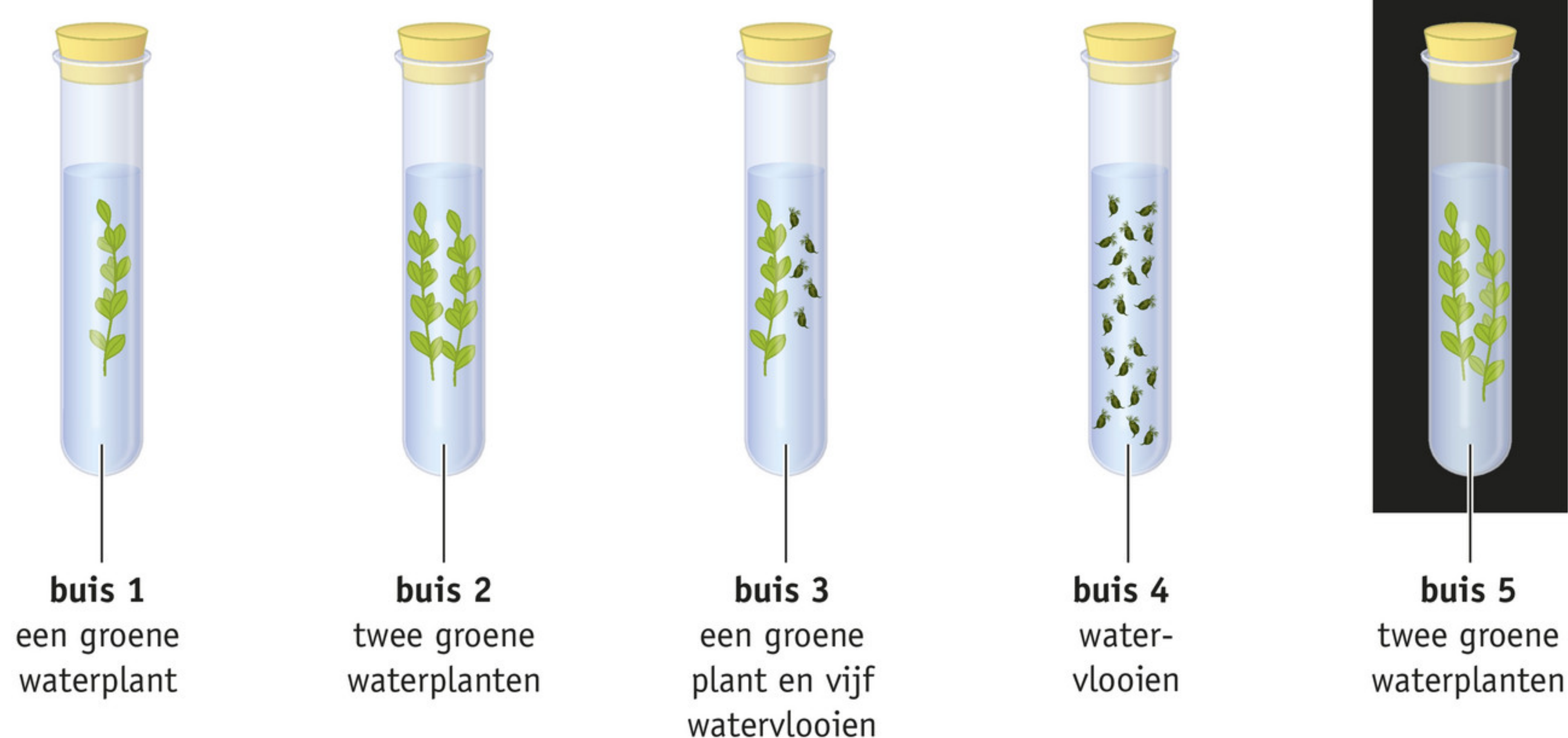


+ 10

In afbeelding 9 zie je vijf reageerbuizen met organismen. Alleen buis 5 staat in het donker, alle andere buizen staan in het licht.

- a In welke buis of buizen wordt glucose gemaakt? Leg je antwoord uit.
- b In welke buis of buizen wordt glucose verbruikt? Leg je antwoord uit.
- c Welke buis bevat na een aantal uren de meeste zuurstof? Leg je antwoord uit.
- d In welke buis of buizen zit na een aantal uren veel meer koolstofdioxide? Leg je antwoord uit.
- e In welke buis zit na een aantal uren het minste koolstofdioxide? Leg je antwoord uit.

#### Afb. 9





## SAMENHANG beroep

### TEMPERATUUR EN VERSPREIDING VAN DIERSOORTEN

Het klimaat van de aarde is in de loop van zijn bestaan behoorlijk veranderd. Aanvankelijk was het zo warm dat de verschillende diersoorten vrijwel overal konden leven. Dat veranderde toen de aarde afkoelde. Ook de huidige, snelle veranderingen in temperatuur zullen invloed hebben op de verspreiding van diersoorten. Biologen hebben daarom van 11 465 diersoorten die de afgelopen 270 miljoen jaar hebben geleefd, onderzocht welke temperaturen ze nodig hadden om te overleven. Uit het onderzoek bleek dat zoogdieren en vogels beter dan amfibieën en reptielen in staat waren zich aan te passen aan de veranderde omstandigheden en daardoor hun leefgebied in stand konden houden of konden uitbreiden.

Biologen die dit soort onderzoek uitvoeren, hebben een universitaire studie gevolgd. Ze bestuderen levende organismen op verschillende niveaus: van celniveau tot het organisme in zijn leefomgeving. Doordat biologie een uitgebreide wetenschap is, volgen de meeste studenten na hun bachelor nog een master om zich te specialiseren in een bepaalde richting. Behalve als onderzoeker kun je daarna bijvoorbeeld aan het werk als docent, wetenschapsjournalist, educatief medewerker, voorlichter, manager of gezondheidstechnoloog.

**Afb. 10** Verschillende pooldieren.



11

Lees de tekst 'Temperatuur en verspreiding van diersoorten'.

- a** Amfibieën en reptielen zijn koudbloedige dieren.  
Leg uit dat het voor koudbloedige dieren moeilijk is om te overleven bij lage temperaturen.
- b** Koudbloedige dieren kunnen niet overleven in extreme kou.  
Leg uit waardoor vogels en zoogdieren in een koudere omgeving wel kunnen overleven.
- c** Een bioloog vergelijkt de stofwisselingsprocessen van een zeehond die op de Noordpool leeft met die van een zeehond die in het Waddengebied leeft.  
Leg uit waarom een zeehond op de Noordpool meer zuurstof verbruikt dan een zeehond in het Waddengebied.
- d** De bioloog ontdekt ook dat een zeehond die op de Noordpool leeft, meer vis moet eten.  
Leg uit waarom dat nodig is.
- e** Bekijk de verschillende dieren in afbeelding 10.  
Door welke aanpassingen voorkomen de verschillende diersoorten dat ze warmte verliezen?



# 3 Het ademhalingsstelsel

## LEERDOEL

1.3.6 Je kunt de delen van het ademhalingsstelsel benoemen met hun kenmerken en functies.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |        |        |
|------------|--------------------------|--------|--------|
|            | 1.3.6                    | 1.2.4* | 1.2.5* |
| Onthouden  | 1                        |        |        |
| Begrijpen  | 2, 3, 4, 5               |        |        |
| Toepassen  | 6, 7a, 8ab, 11ad         |        |        |
| Analyseren | 7bc, 8c, 9, 10, 11bc     | 7d     | 9      |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

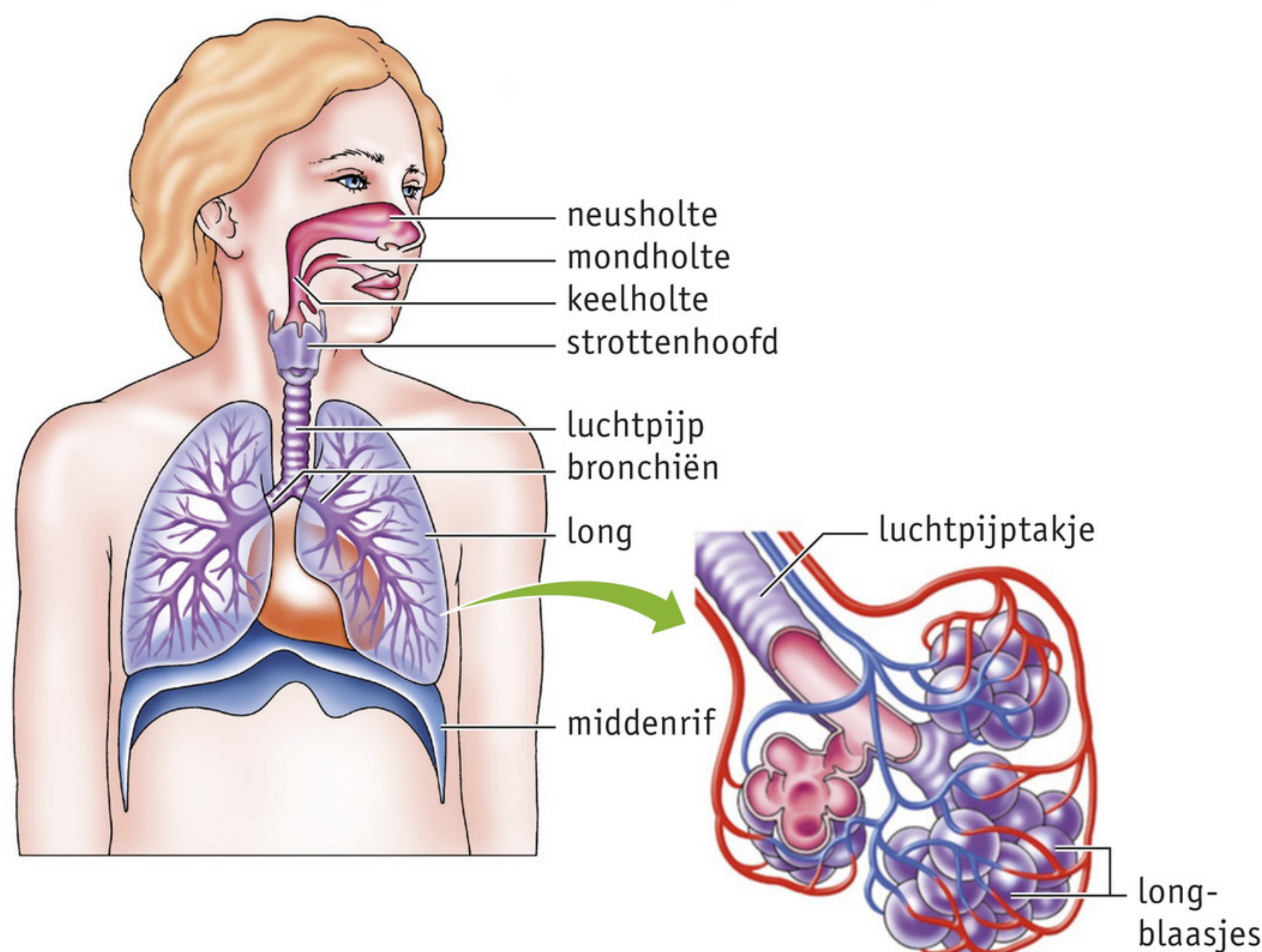
**Voor verbranding in je lichaam is zuurstof nodig. Zuurstof neem je op uit de lucht met je longen. Ook je neus en het middenrif horen bij het ademhalingsstelsel.**

## ADEMHALINGSSTELSEL

In afbeelding 1 is het ademhalingsstelsel van de mens getekend. Tijdens een inademing gaat lucht via de neusholte of mondholte naar de keelholte. Vervolgens stroomt de lucht langs het strottenhoofd de luchtpijp in. De luchtpijp vertakt zich in twee **bronchiën**, die zich weer vertakken in steeds kleinere buisjes: de luchtpijptakjes. Aan het einde van de luchtpijptakjes bevinden zich trosjes longblaasjes.

Onder de longen ligt het middenrif. Het **middenrif** is een stevig, gespierd vlies dat de romp verdeelt in de borstholte en de buikholte. Het middenrif kan omhoog en omlaag bewegen.

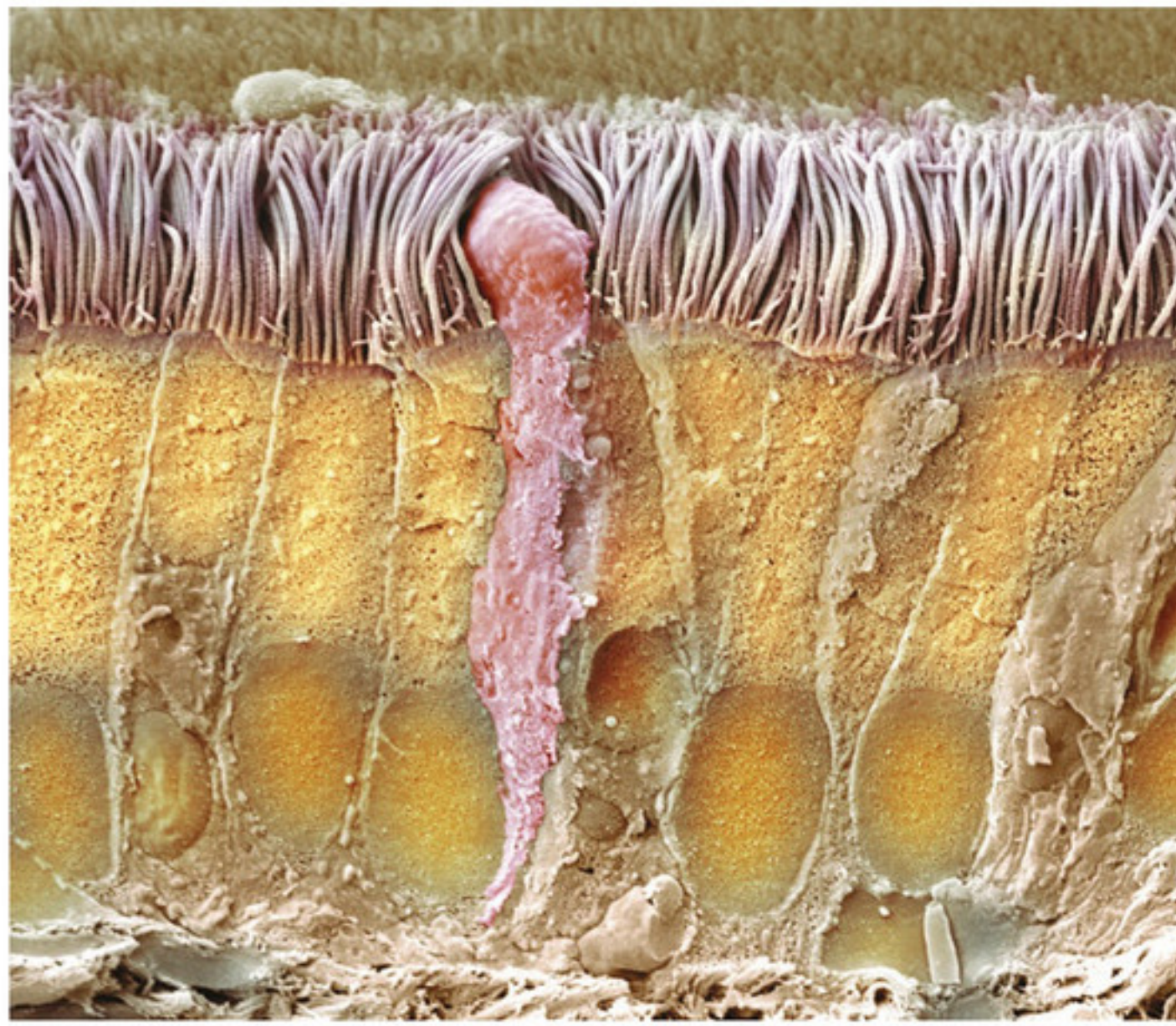
**Afb. 1** Het ademhalingsstelsel van de mens (schematisch).



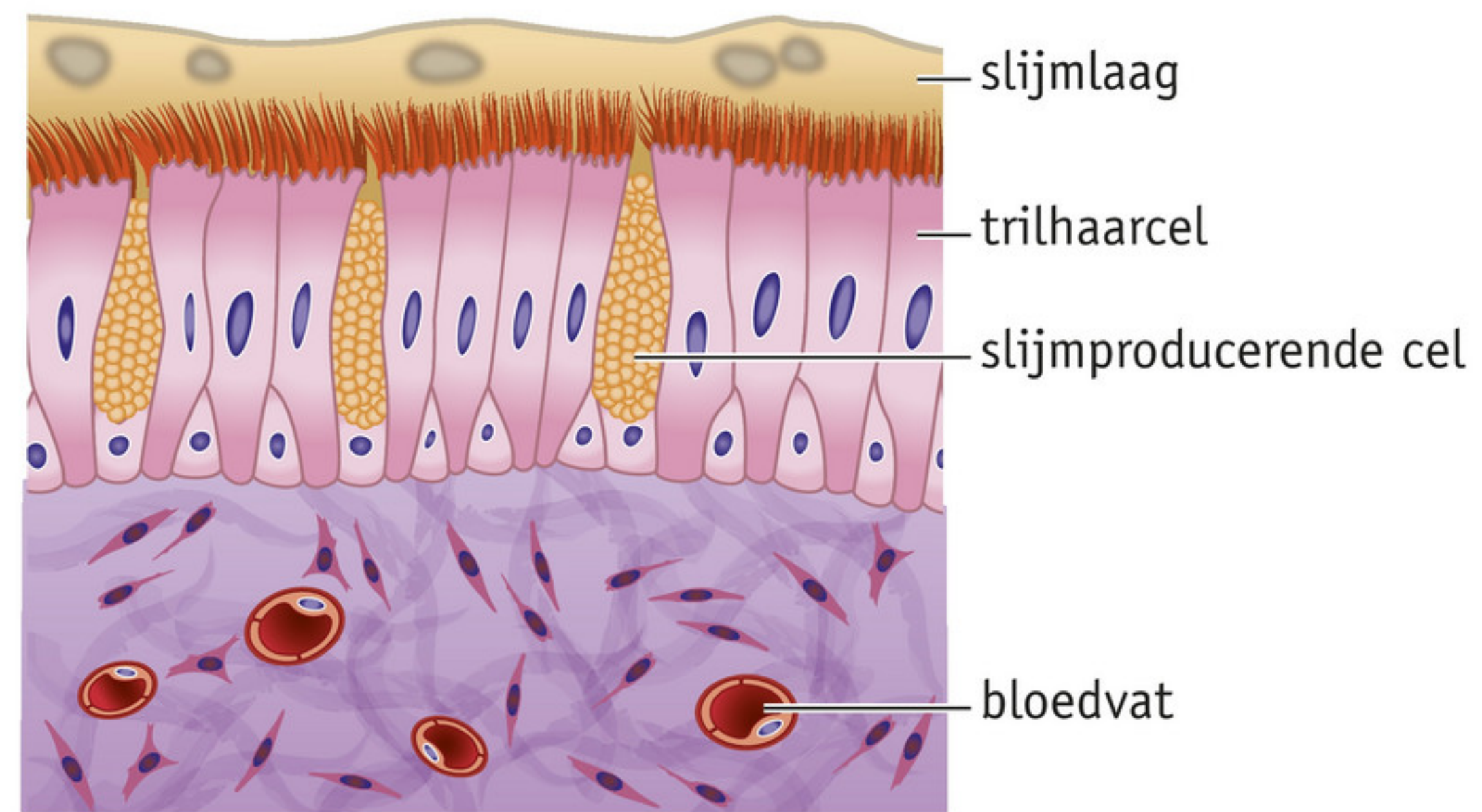
## NEUSHOLTE EN MONDHOLTE

De meeste mensen ademen door hun neus. De neusholte is bedekt met **neusslijmvlies** (zie afbeelding 2). Het neusslijmvlies bevat cellen die slijm produceren. Door het slijm is de neusholte vochtig, zodat de ingeademde lucht ook vochtig wordt. Dicht onder het neusslijmvlies lopen veel bloedvaatjes. Het bloed verwarmt het neusslijmvlies en daarmee ook de binnenstromende lucht.



**Afb. 2** Neusslijmvlies.

1 elektronenmicroscopische foto (SEM, vergroting 1500×)



2 tekening

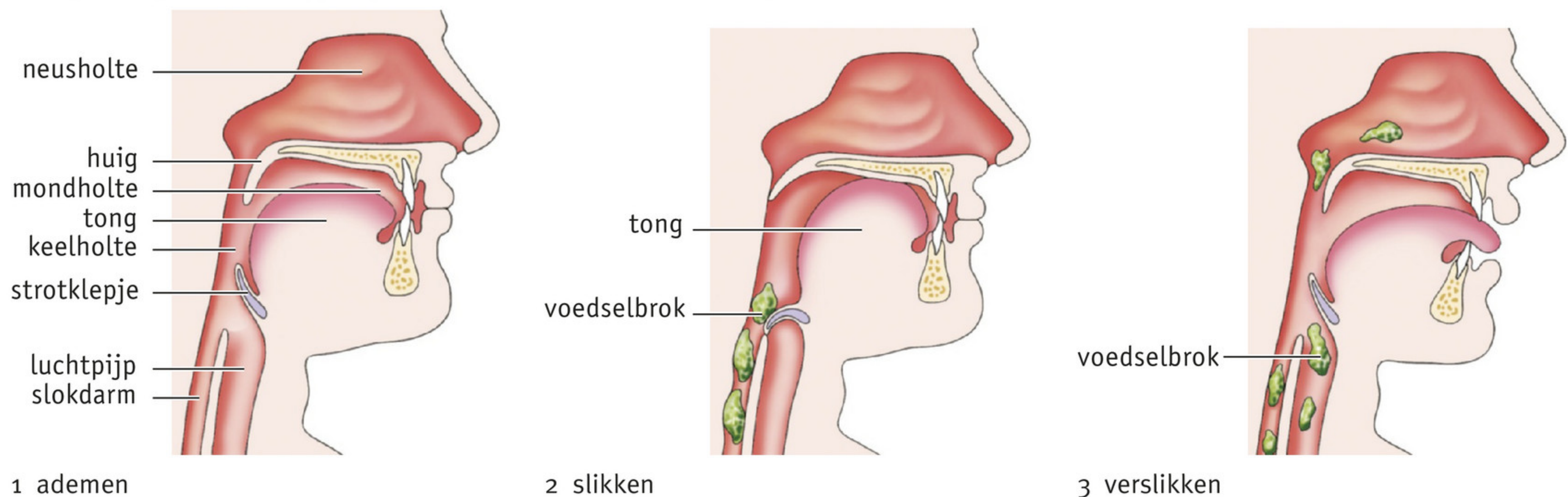
Vaak zitten in de lucht die je inademt stofdeeltjes en ziekteverwekkers. Vooraan in de neusholte groeien neusharen die de grote stofdeeltjes tegenhouden. Kleine stofdeeltjes en ziekteverwekkers blijven plakken aan het neusslijmvlies. **Trilharen** verplaatsen het slijm met stofdeeltjes naar de keelholte, waar het wordt ingeslikt.

Boven in de neusholte bevindt zich het reukzintuig. Dat keurt de binnenstromende lucht en waarschuwt je als er stinkende gasen in voorkomen. Als je door je mond ademt, wordt de binnenstromende lucht minder goed gezuiverd, verwarmd en vochtig gemaakt. Daardoor kan het slijmvlies in de longen beschadigd raken. Ook ruik je dan minder goed. Ademen via de neus is daarom gezonder dan ademen door de mond.

### KEELHOLTE

Na de neusholte of mondholte passeert de lucht de keelholte en stroomt de luchtpijp in. Maar niet alleen ingeademde lucht gaat door de keelholte. Ook voedsel dat je inslikt, komt hier doorheen. Het **strotklepje** zorgt ervoor dat voedsel niet in je luchtpijp terecht kan komen. Als je ademhaalt, zijn zowel de slokdarm als de luchtpijp open (zie afbeelding 3.1). De lucht kan dan van je neusholte via je luchtpijp naar je longen stromen, en weer terug. Als je voedsel inslikt, sluit de **huig** de neusholte af en het strotklepje de luchtpijp (zie afbeelding 3.2). Het voedsel kan dan wel van de mondholte naar de slokdarm gaan, maar niet in de neusholte of in de luchtpijp terechtkomen.

Soms sluiten het strotklepje en de huig niet goed, bijvoorbeeld als je in de lach schiet. Je kunt je dan verslikken. Voedsel of drank komt dan in je luchtpijp of in je neusholte terecht (zie afbeelding 3.3). Door te hoesten kun je het voedsel weer uit je luchtpijp verwijderen.

**Afb. 3** Huig en strotklepje bij ademen, slikken en verslikken (schematisch).



Aan de bovenkant van de luchtpijp bevindt zich het strottenhoofd. Bij volwassen mannen is het strottenhoofd te zien als de adamsappel (zie afbeelding 4). In het strottenhoofd liggen je stembanden.

**Afb. 4** De adamsappel.



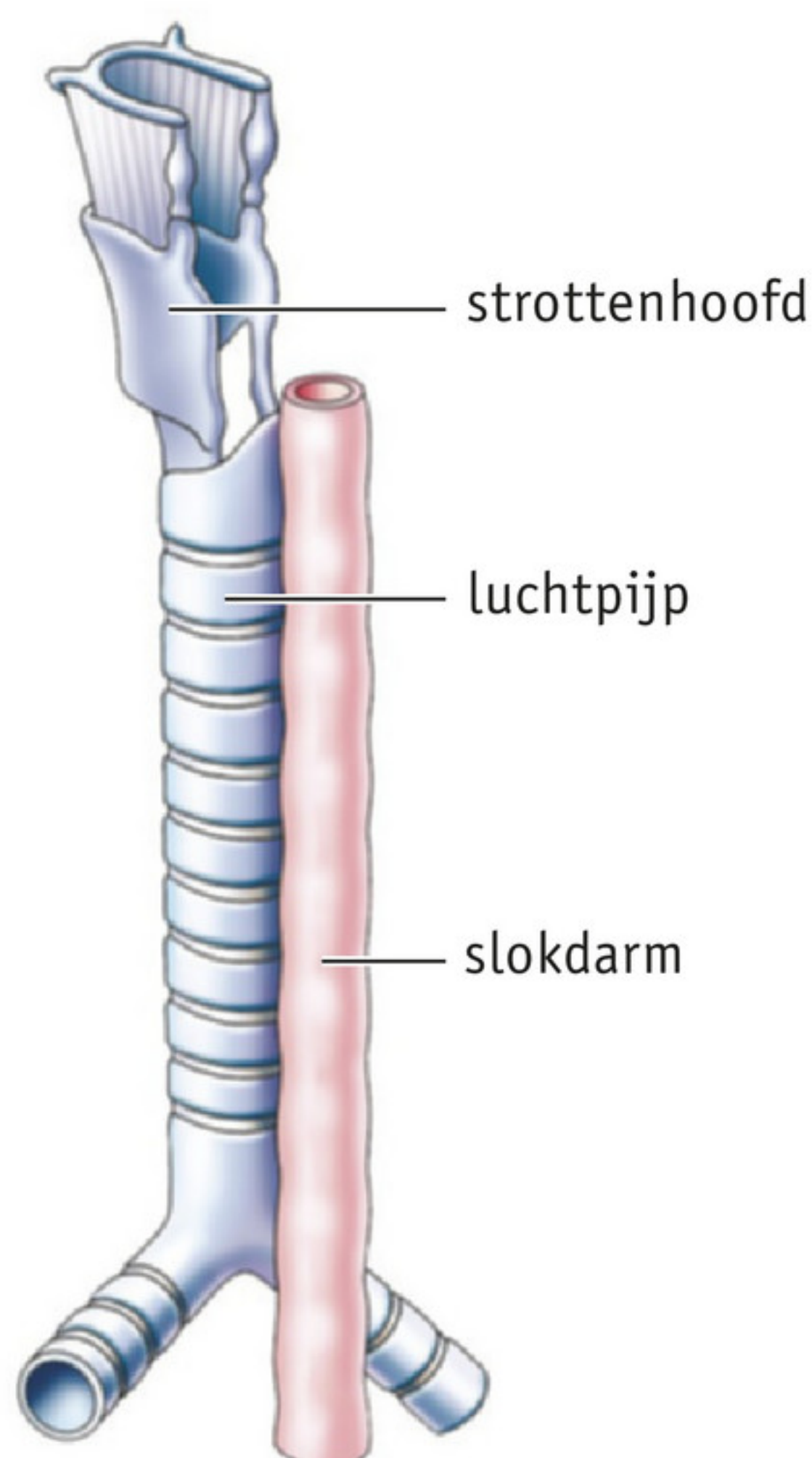
adamsappel

### LUCHTPIJP EN LONGEN

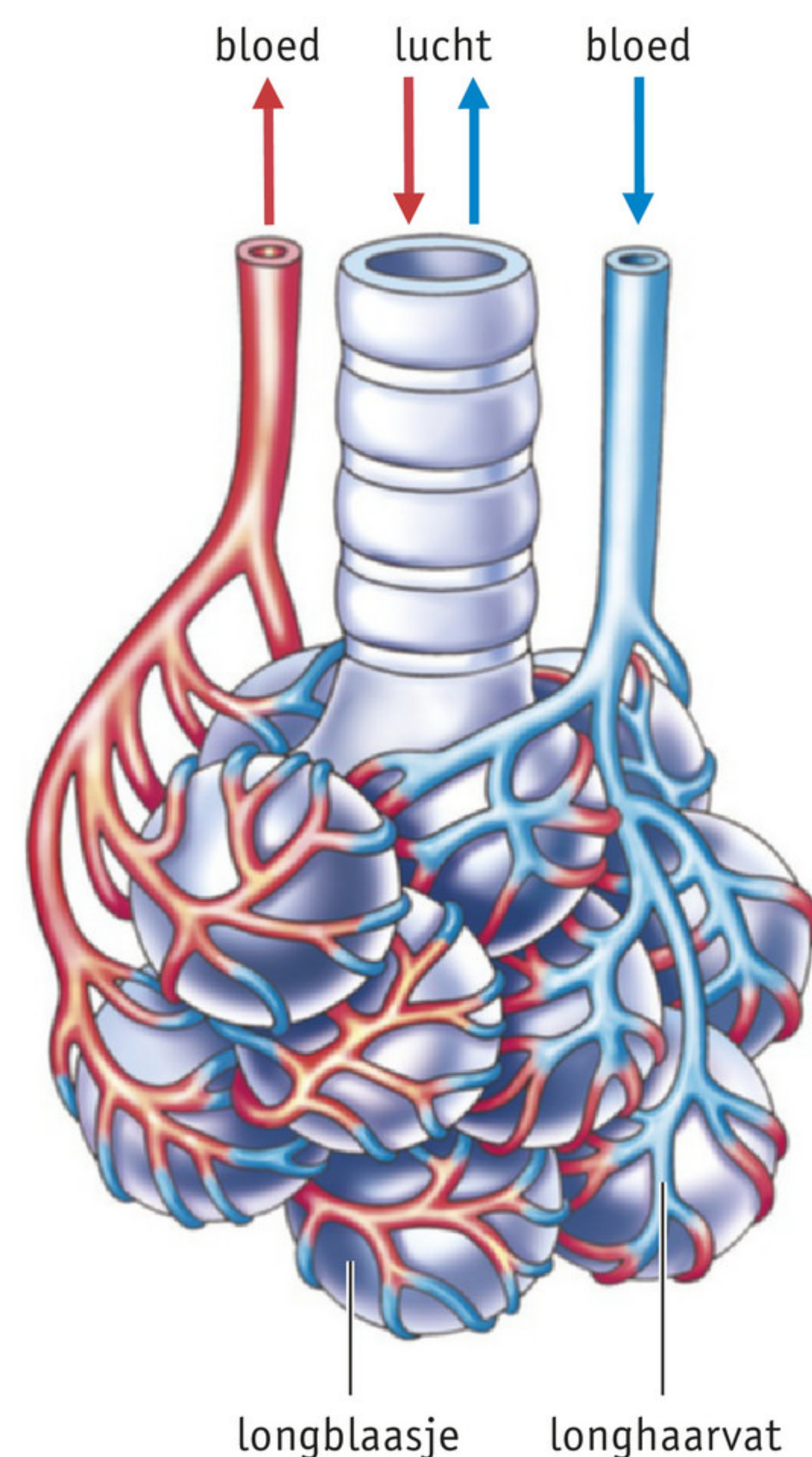
De **luchtpijp** is een holle buis die aansluit op de onderkant van het strottenhoofd. De wand van de luchtpijp bevat hoefijzervormige kraakbeenringen, waardoor de luchtpijp altijd openstaat (zie afbeelding 5). De wand van de bronchiën bevat ook kraakbeenringen. De wanden van de kleinste luchtpijptakjes bevatten geen kraakbeenringen, maar spiertjes.

De wanden van de luchtpijp, bronchiën, luchtpijptakjes en longblaasjes zijn bekleed met slijmvlies. Trilharen vervoeren het slijm continu naar de keelholte, waar je het inslikt.

**Afb. 5** De luchtpijp en een deel van de slokdarm.



**Afb. 6** Longblaasje met longhaarvaten (schematisch).





Aan het uiteinde van de luchtpijptakjes bevinden zich ‘trosjes’ **longblaasjes**. Het oppervlak van alle longblaasjes samen is 70 tot 100 m<sup>2</sup>, ongeveer zo groot als anderhalf klaslokaal. De longblaasjes zijn omgeven door een netwerk van kleine bloedvaatjes: de **longhaarvaten** (zie afbeelding 6). De wanden van longhaarvaten en longblaasjes zijn erg dun. Daardoor kunnen zuurstof en koolstofdioxide door deze wanden heen. In de tekening is bloed met een laag zuurstofgehalte blauwgekleurd en bloed met veel zuurstof erin rood.

## KENNIS

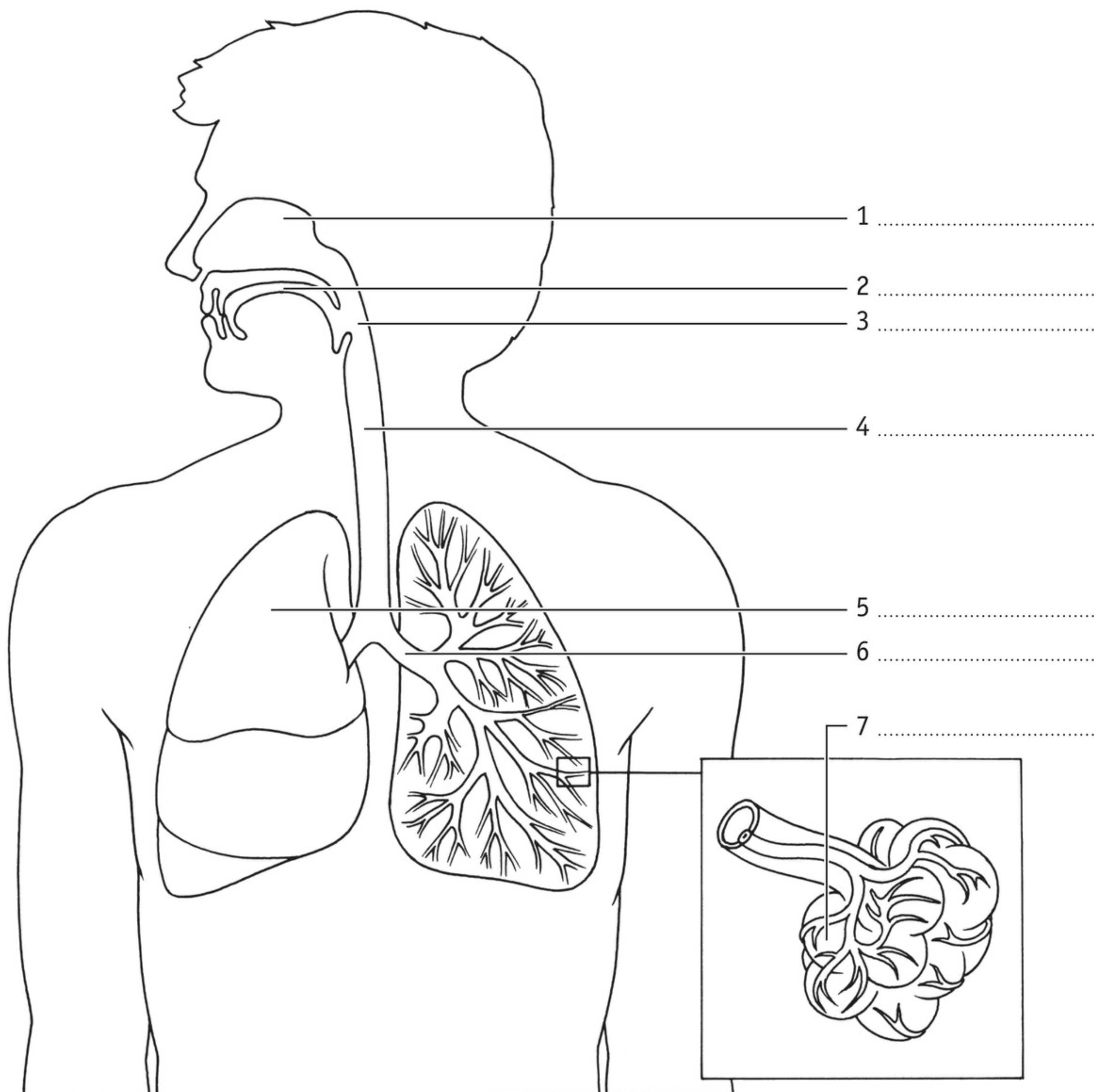
1

In afbeelding 7 zie je een schematische weergave van het ademhalingsstelsel van de mens.



- a** Zet de namen bij de genummerde delen.  
**b** Kleur de genummerde delen. Geef elk deel een eigen kleur.  
**c** Combineer elk deel van het ademhalingsstelsel met de juiste functie.
- |                |                       |                                                                               |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| A bronchiën    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 lucht naar de bronchiën vervoeren en terug            |
| B longblaasjes | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 lucht naar de luchtpijptakjes vervoeren en terug      |
| C luchtpijp    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 zuurstof en koolstofdioxide uitwisselen met het bloed |

Afb. 7





2

Welke delen van het ademhalingsstelsel passeert de lucht achtereenvolgens als je uitademt?

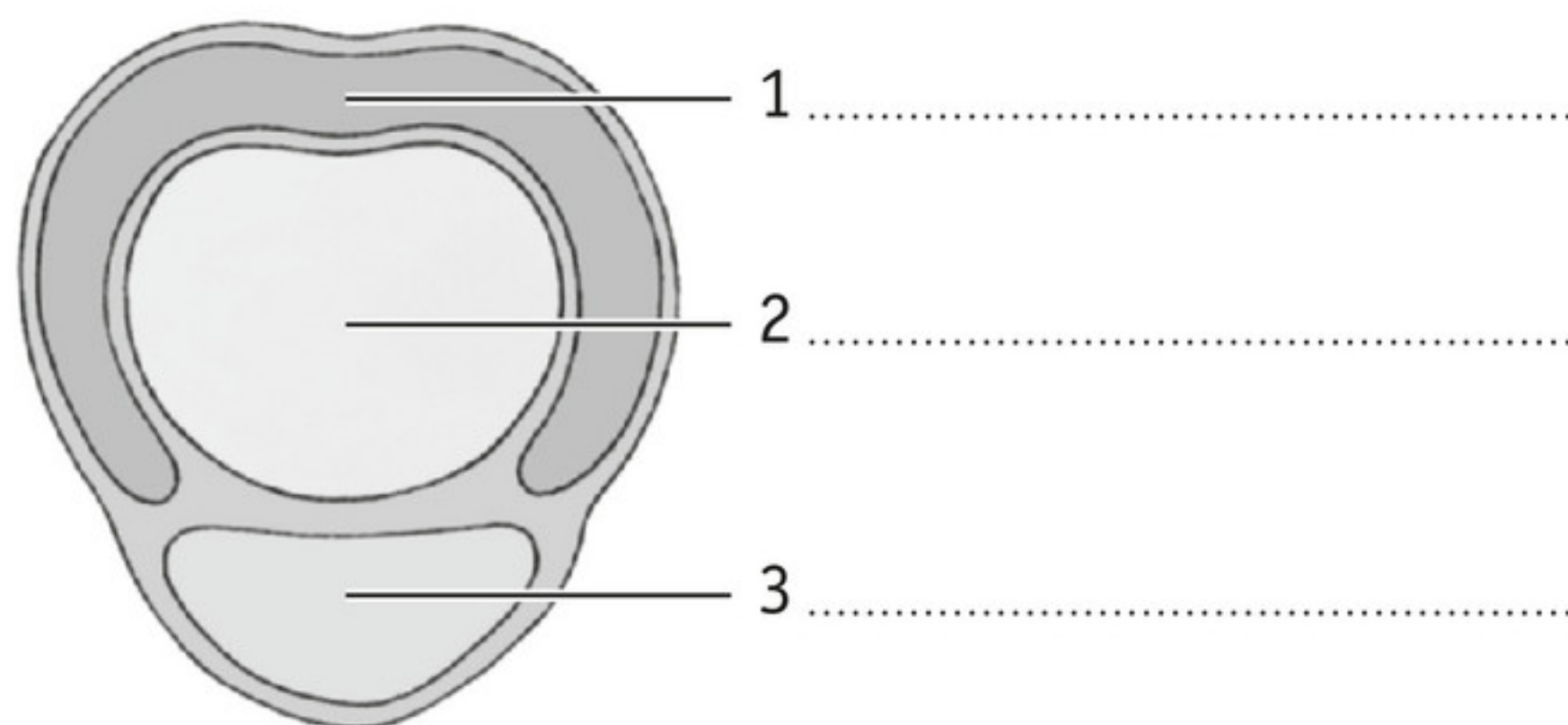
- ..... bronchiën
- ..... keelholte
- ..... longblaasjes
- ..... luchtpijp
- ..... luchtpijptakjes
- ..... neusholte

3

In afbeelding 8 zie je een schematische doorsnede van de luchtpijp en de slokdarm.

- a** Zet de namen bij de genummerde delen.
- b** In welk deel komt slijmvlies met trilharen voor?
- ☐ A in deel 1
  - ☐ B in deel 2
  - ☐ C in deel 3
- c** Welke functie heeft deel 1?

Afb. 8



4

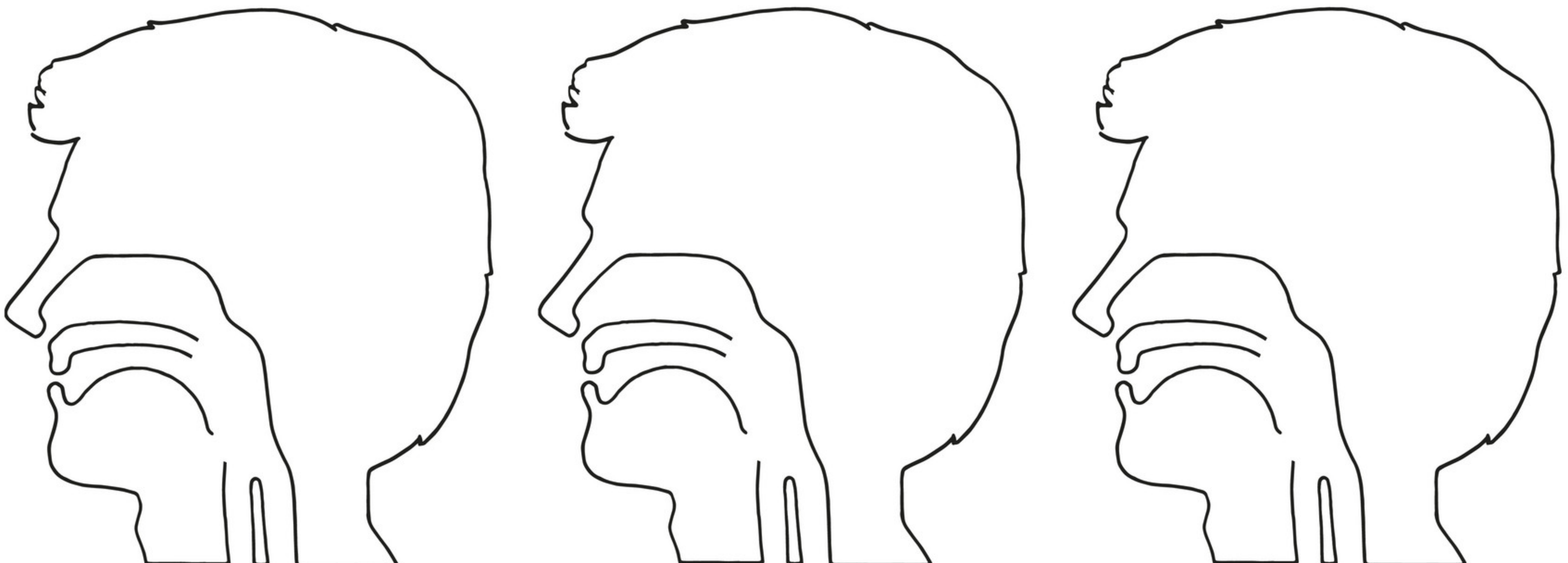
Voedsel en lucht gaan beide door de keelholte.

In afbeelding 9 is de keelholte drie keer schematisch getekend.



- Geef in tekening 1 de weg aan van de lucht bij inademen. Teken de huig en het strotklepje in de juiste stand.
- Geef in tekening 2 de weg aan van het voedsel bij slikken. Teken de huig en het strotklepje in de juiste stand.
- Geef in tekening 3 de weg aan van het voedsel bij verslikken. Teken de huig en het strotklepje in de juiste stand.

Afb. 9



1 weg van de lucht bij inademen

2 weg van het voedsel bij slikken

3 weg van het voedsel bij verslikken

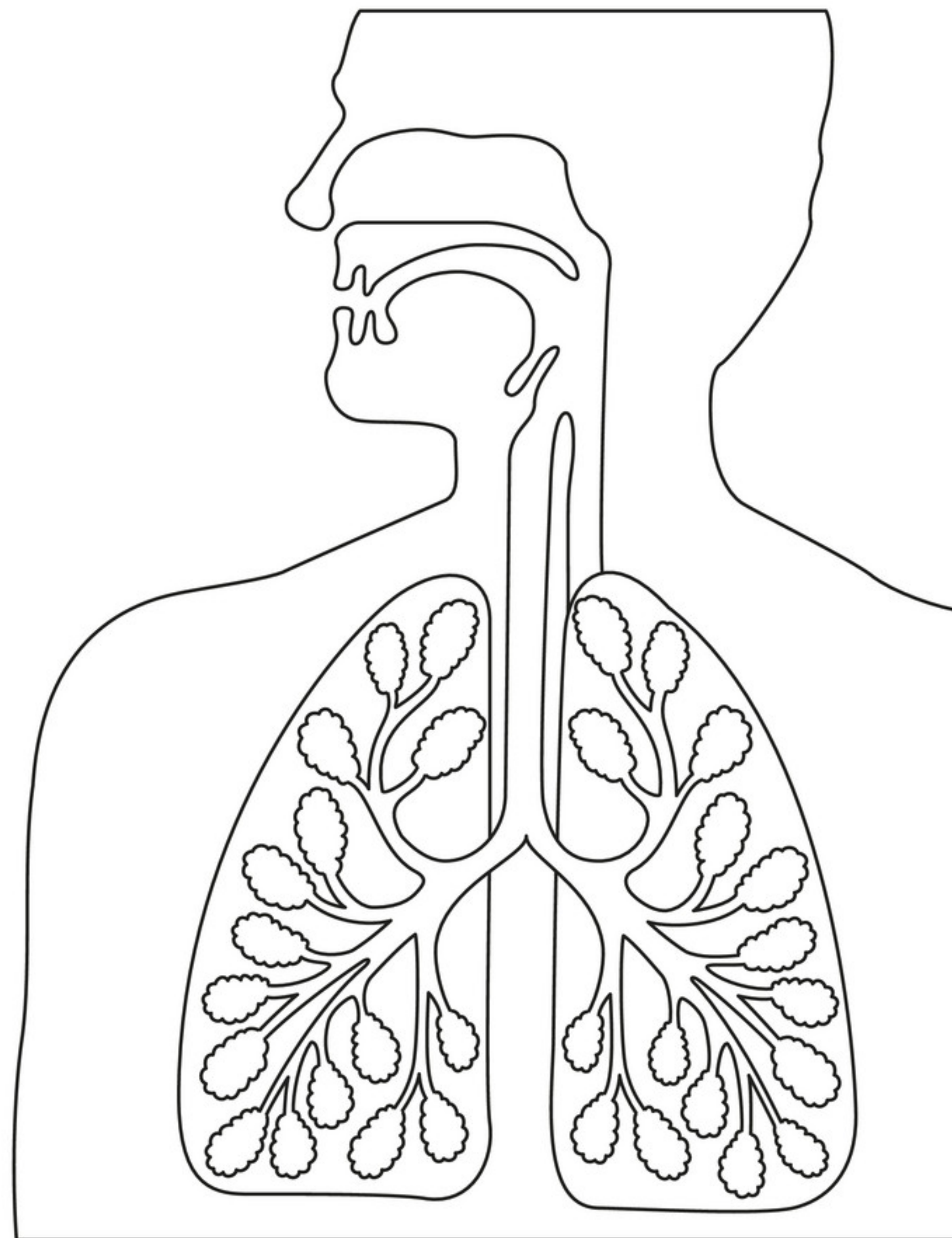


5

**Samenvatting**

Maak een samenvatting met behulp van afbeelding 10. In deze tekening zie je het ademhalingsstelsel.

- Geef met pijlen de weg van de lucht aan.
- Zet bij elk deel de naam en, indien van toepassing, de functie.

**Afb. 10****INZICHT**

6

- Als je zwemt, kun je een snorkel gebruiken om adem te halen (zie afbeelding 11). Wat zijn de nadelen van ademen door een snorkel?
- Aardgas is reukloos. Daarom wordt aan dit gas een geurstof toegevoegd die niet prettig ruikt maar daardoor wel opvalt. Leg uit waarom dit wordt gedaan.
- Mondademhaling kan een gewoonte worden nadat je langere tijd door je mond hebt moeten ademen. Leg uit dat bij mondademhaling vaker ontstekingen aan de luchtwegen voorkomen dan bij neusademhaling.

**Afb. 11**

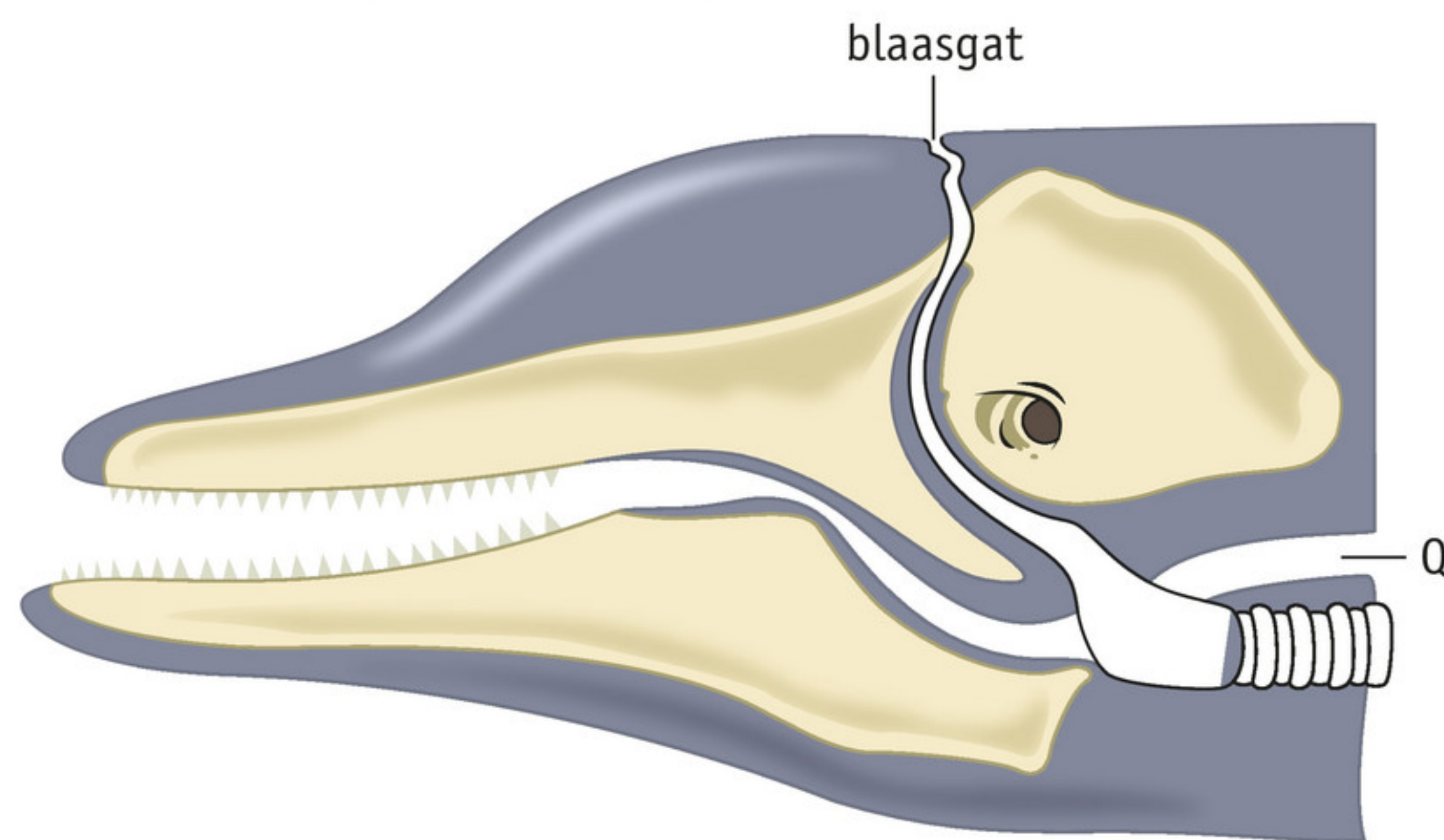


7

Dolfijnen ademen door een blaasgat boven op hun kop. De ingeademde lucht komt via de luchtpijp in de longen. Om adem te halen moet een dolfijn naar de oppervlakte komen. Zodra een dolfijn onder water gaat, wordt het blaasgat gesloten.

- Welk deel wordt in afbeelding 12 aangegeven met Q? Leg je antwoord uit.
- Leg uit wat er kan gebeuren als een dolfijn water in zijn blaasgat krijgt?
- Waarom ontbreken de huig en het strotklepje in het ademhalingsstelsel van een dolfijn?
- Als een dolfijn uitademt, zie je vaak water uit het blaasgat omhoog spuiten (pluim). Leg uit waarom er water in de uitgeademde lucht zit.

**Afb. 12** De kop van een dolfijn.



8

Manouk heeft taaislijmziekte (cystic fibrosis). De cellen in de slijmvliezen van haar luchtwegen produceren dik en taai slijm. Hierdoor kunnen de trilharen in het slijmvlies nauwelijks bewegen.

- Leg uit waardoor Manouk vaker longontsteking heeft dan een gezonde leeftijdsgenoot.
- Hoe kan Manouk zelf proberen het slijm uit haar longblaasjes, bronchiën en luchtpijp te verwijderen?
- Hoe komt het dat Manouk door het taaie slijm in haar luchtwegen voortdurend een benauwd gevoel heeft?

9

Het percentage onderhuids vet is bij mannen gemiddeld lager dan bij vrouwen. Leg uit waarom dat een van de redenen is dat het totale oppervlak van de longblaasjes bij mannen gemiddeld groter is dan bij vrouwen.

+ 10

Q-koorts kun je krijgen door het inademen van lucht waar de bacterie *Coxiella burnetii* in zit. Tijdens het lammeren van besmette geiten of schapen komt deze bacterie in de lucht via vruchtwater, melk, urine en uitwerpselen. Q-koorts is een infectieziekte die van dieren op mensen kan overgaan (zoönose). De ziekte is alleen van mens op mens overdraagbaar via bloedtransfusie of bij de bevalling van een vrouw met Q-koorts. Na besmetting kan de bacterie bijvoorbeeld een leverontsteking veroorzaken of een ontsteking aan een bloedvat of de hartkleppen.

- Kan *Coxiella burnetii* de wand van je longblaasjes passeren na inademing? Leg je antwoord uit.
- Kan de bacterie door de wand van de longblaasjes heen bij het uitademen? Leg je antwoord uit.



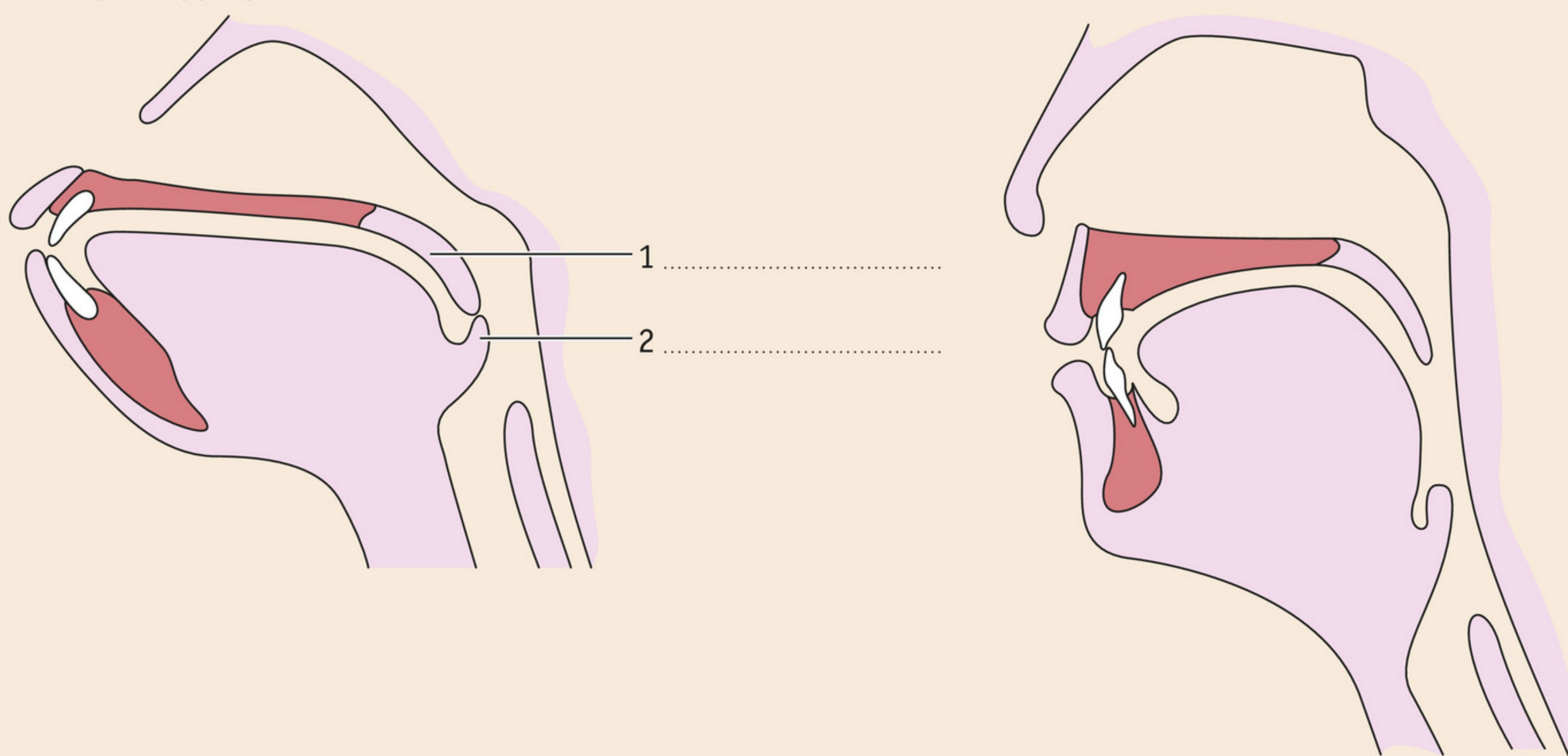
## SAMENHANG wetenschap

**SPREKEN, STROTENHOOFD EN ADAMSAPPEL**

Bij mensen ligt het strottenhoofd aanzienlijk lager dan bij andere primaten (zie afbeelding 13). Hierdoor hebben mensen een langer kanaal (keelholte) waarmee ze klanken kunnen vormen en kunnen spreken. In de puberteit verandert de stem van jongens en meisjes doordat het strottenhoofd groeit. Bij jongens groeit het strottenhoofd veel meer en worden de stembanden langer en dikker. De stem van jongens wordt daardoor lager en luider. Het strottenhoofd kan alleen naar voren groeien. Naar achteren kan niet, want daar zit de wervelkolom. Het uitstekende deel dat hierdoor bij jongens ontstaat, noem je de adamsappel. Doordat het strottenhoofd bij vrouwen maar een klein beetje groeit, is de adamsappel bij vrouwen minder zichtbaar.

Niet alleen het strottenhoofd heeft invloed op het stemgeluid, de longen spelen ook een rol. Doordat die uitgroeien, neemt het stemvolume toe.

**Afb. 13** Ligging van het strottenhoofd.



1 chimpansee

2 mens

11

Lees de tekst 'Spreken, strottenhoofd en adamsappel'.

- a** Bekijk afbeelding 13 en vergelijk de doorsnede van het hoofd van de chimpansee met de doorsnede van het hoofd van de mens.  
Zet de namen bij de genummerde delen van de chimpansee.
- b** De keelholte is de plaats waar de route van het ademhalingsstelsel en de route van het voedsel elkaar kruisen. Om klanken te kunnen vormen, heeft de keelholte bij mensen een lengte van ongeveer 15 cm.  
Vergelijk de route van het ademhalingsstelsel en de route van het voedsel bij de chimpansee en de mens.  
Welk nadeel heeft de langere keelholte voor mensen?
- c** Tijdens het slikken wordt het strottenhoofd bij de mens door spieren naar boven getrokken om de keelholte te verkorten. Hierdoor kun je de adamsappel op en neer zien bewegen tijdens het slikken.  
Leg uit wat het voordeel is van het verkorten van de keelholte tijdens het slikken.
- d** Inez is allergisch voor insectenbeten. Bij een allergische reactie op een insectenbeet kunnen de zachte weefsels van haar strottenhoofd opzwellen (strottenhoofdoedeem).  
Waarom kan dat gevaarlijk zijn?



# 4 Ademhalen

## LEERDOELEN

- 1.4.7 Je kunt de verschillen noemen tussen ingeademde lucht en uitgeademde lucht.
- 1.4.8 Je kunt beschrijven hoe een inademing en een uitademing tot stand komen.

► Practica 4, 5, 6 en 7

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |               |        |        |        |
|------------|--------------------------|---------------|--------|--------|--------|
|            | 1.4.7                    | 1.4.8         | 1.2.3* | 1.2.4* | 1.3.6* |
| Onthouden  |                          | 3a            |        |        |        |
| Begrijpen  | 1, 4                     | 2, 3bc, 4     |        |        |        |
| Toepassen  | 6b                       | 7bcd          |        | 10ac   |        |
| Analyseren | 5, 6ac                   | 7a, 8, 9, 10d | 6a     | 10b    | 6c     |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

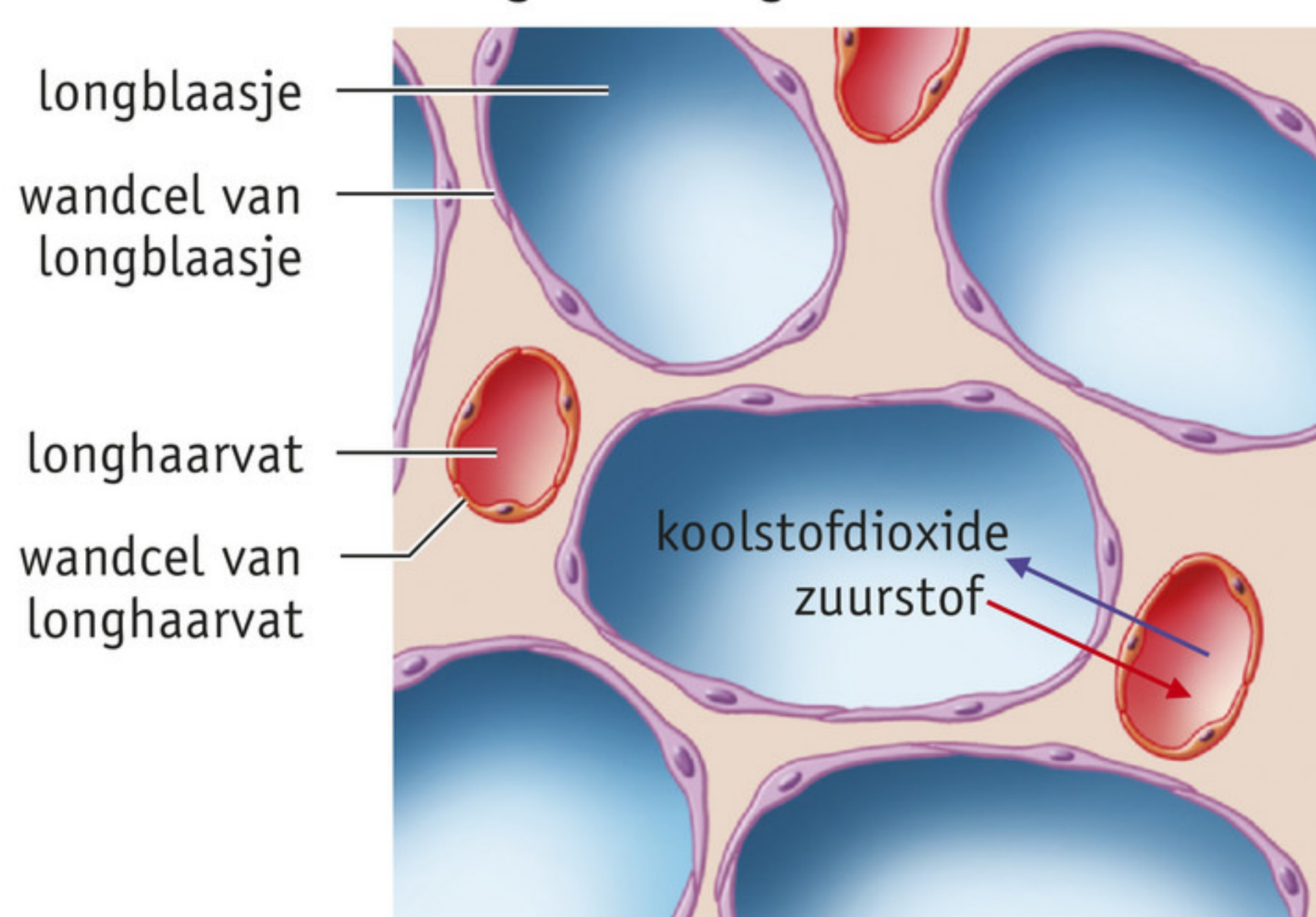
**De lucht in de longen moet voortdurend worden verversd. Dat gebeurt als je in- en uitademt. Je kunt op twee manieren in- en uitademen: via de borst of via de buik.**

## GASWISSELING

De lucht die je uitademt, heeft een andere samenstelling dan de lucht die je inademt. Als je inademt, neem je zuurstof op uit de lucht. De zuurstof gaat van de lucht in een longblaasje naar het bloed in de haarvaten. Het bloed vervoert de zuurstof naar de cellen. Daar wordt de zuurstof gebruikt voor de verbranding van glucose.

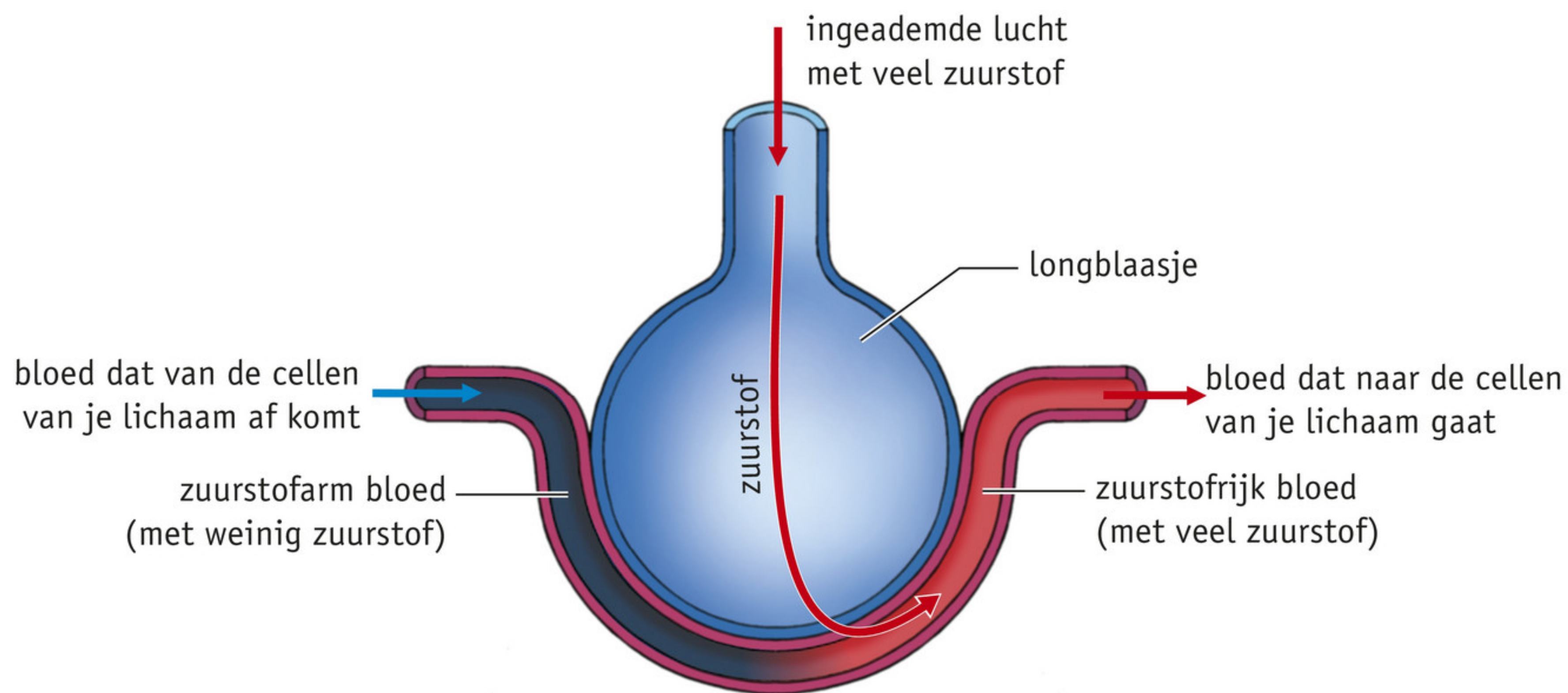
Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en water. Het bloed neemt deze stoffen op en vervoert ze naar de longen. In de longen gaat koolstofdioxide uit het bloed in de haarvaten naar de lucht in de longblaasjes. Als je uitademt, geef je het koolstofdioxide af aan je omgeving. Ook raak je water en energie (warmte) kwijt bij het uitademen.

**Afb. 1** Gaswisseling in de longen.



1 dwarsdoorsnede door een stukje longweefsel





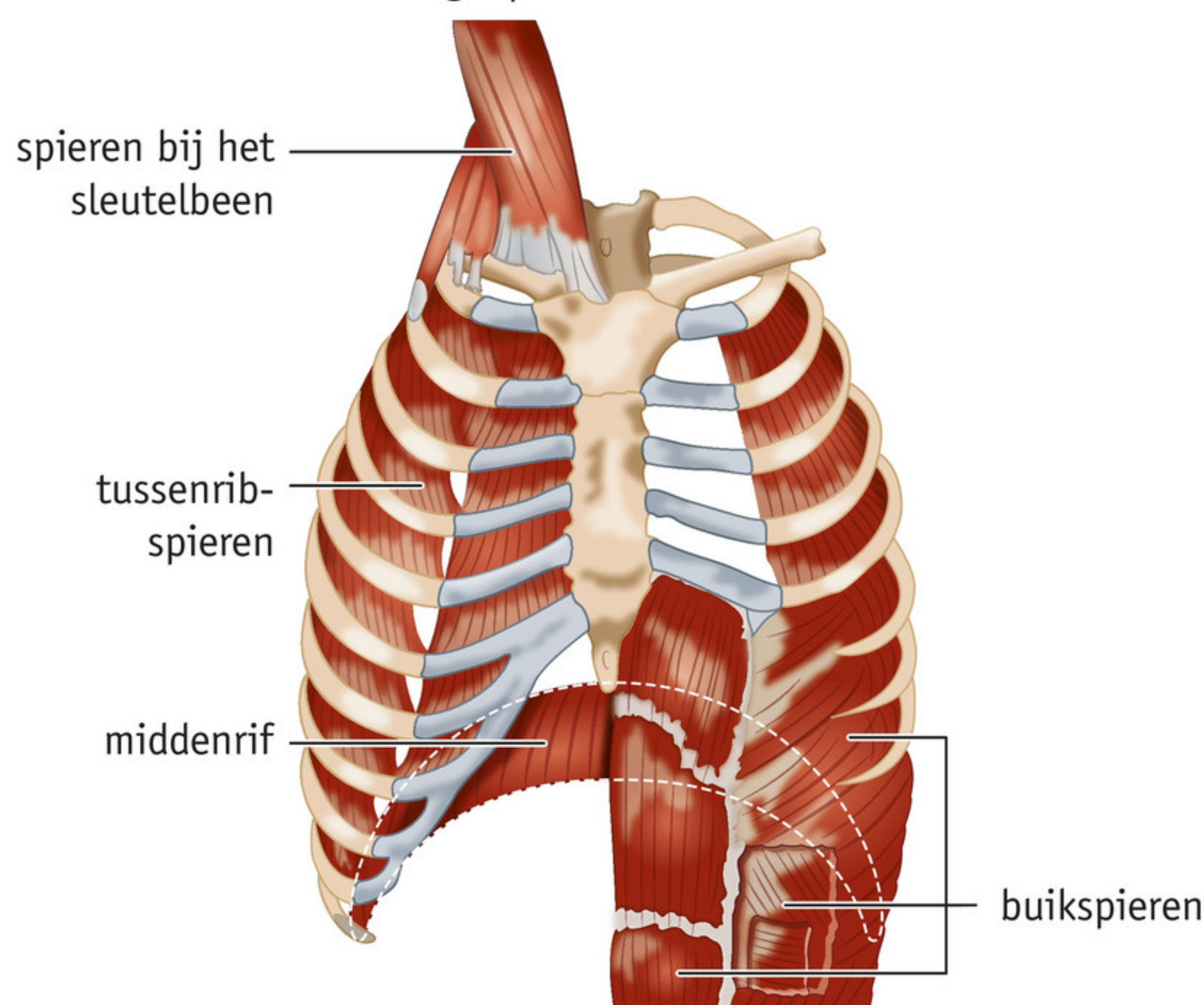
2 de opname van zuurstof

De opname en afgifte van zuurstof en koolstofdioxide via de longblaasjes noem je **gaswisseling**. Door de dunne wanden en het grote oppervlak van de longblaasjes kan de gaswisseling snel plaatsvinden (zie afbeelding 1). Bloed dat naar de longblaasjes toestroomt, bevat weinig zuurstof en veel koolstofdioxide. Bloed dat van de longblaasjes wegstroomt, bevat veel zuurstof en weinig koolstofdioxide.

### BORSTADEMHALING

Om adem te halen gebruik je de **ademhalingsspieren**. Dit zijn het middenrif, de buikspieren, de tussenribspieren en (bij diep ademen) de spieren bij het sleutelbeen (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** De ademhalingsspieren.



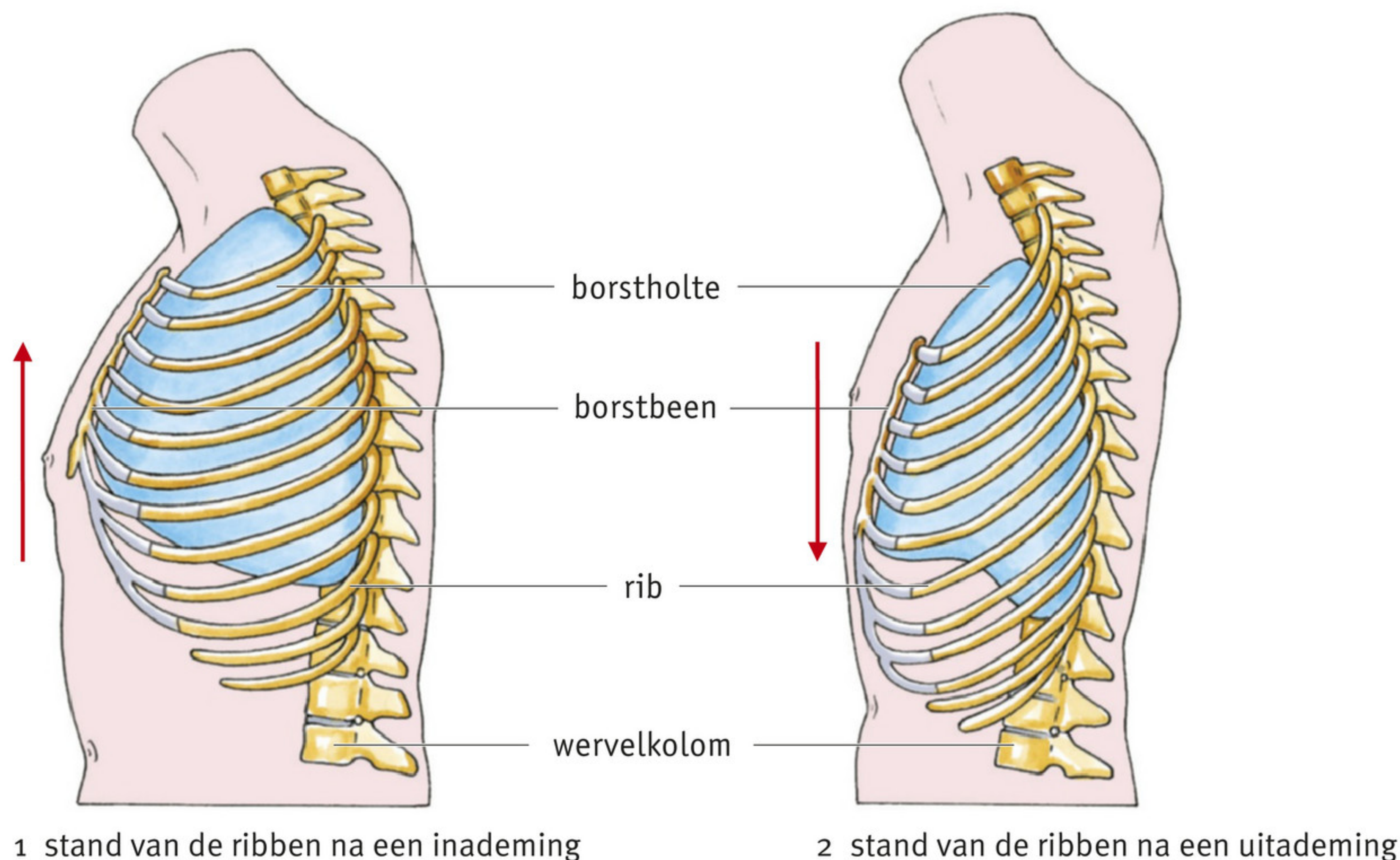
Bij gewone, rustige ademhaling vindt zowel borstademhaling als buikademhaling plaats. Bij de **borstademhaling** (ribademhaling) bewegen de ribben en het borstbeen. De ribben zitten aan de wervelkolom vast met gewrichten. Ze zitten aan het borstbeen vast met kraakbeen. Door deze verbindingen kunnen de ribben en het borstbeen bewegen.



Bij een inademing spannen de tussenribspieren zich aan. Daardoor bewegen je ribben en je borstbeen omhoog en wordt je borstholte groter (zie afbeelding 3.1). Je longen worden daardoor uitgerekt. Door het groter worden van je longen wordt er lucht naar binnen gezogen: je ademt in.

Als de tussenribspieren zich ontspannen, bewegen je ribben en je borstbeen omlaag (zie afbeelding 3.2). Je borstholte en je longen worden weer kleiner. Door het kleiner worden van je longen wordt er lucht naar buiten geperst: je ademt uit.

**Afb. 3** Borstademhaling.

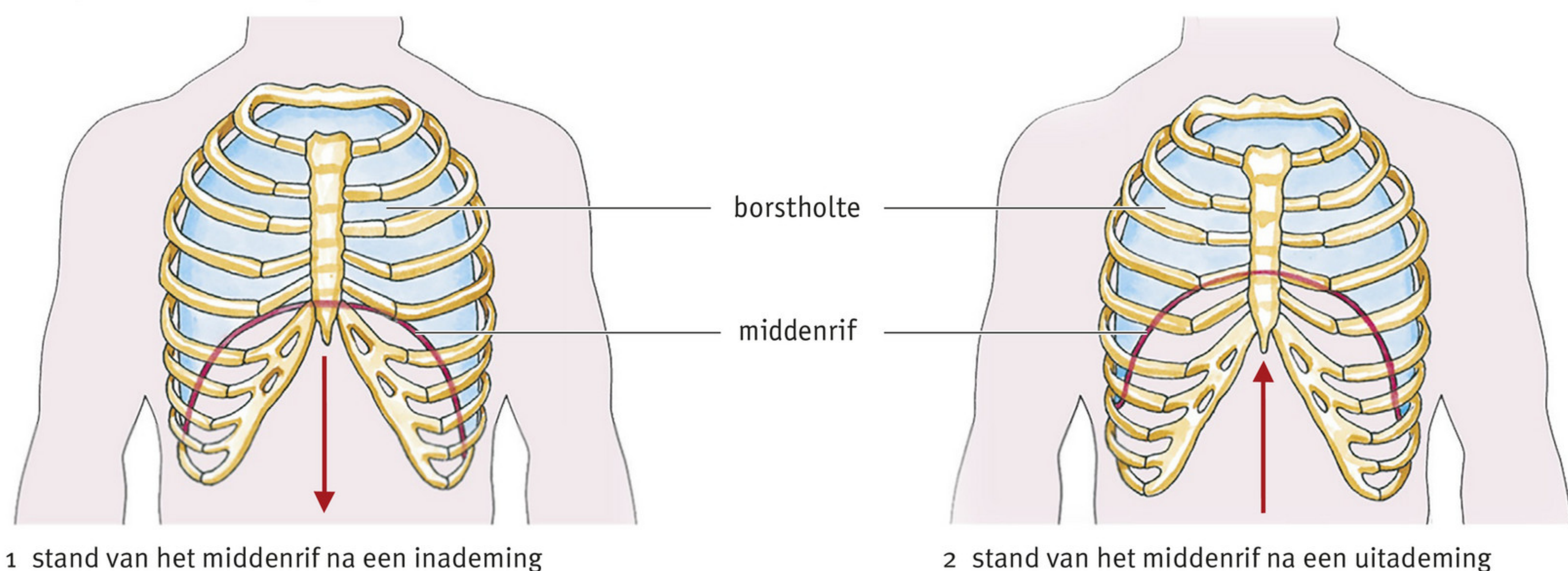


### BUIKADEMHALING

Bij de **buikademhaling** (middenrifademhaling) bewegen het middenrif en de buikwand. Je middenrif trekt samen, waardoor het omlaag beweegt (zie afbeelding 4.1). Daardoor wordt de borstholte groter. Je longen worden dan uitgerekt, waardoor er lucht naar binnen stroomt: je ademt in. Als het middenrif omlaag beweegt, drukt het de organen in de buikholte weg. De organen kunnen alleen naar voren uitwijken en duwen de buikwand naar voren.

Als je middenrif ontspant, beweegt het omhoog (zie afbeelding 4.2). De buikwand keert terug in zijn normale stand en je borstholte en longen worden kleiner.

**Afb. 4** Buikademhaling.





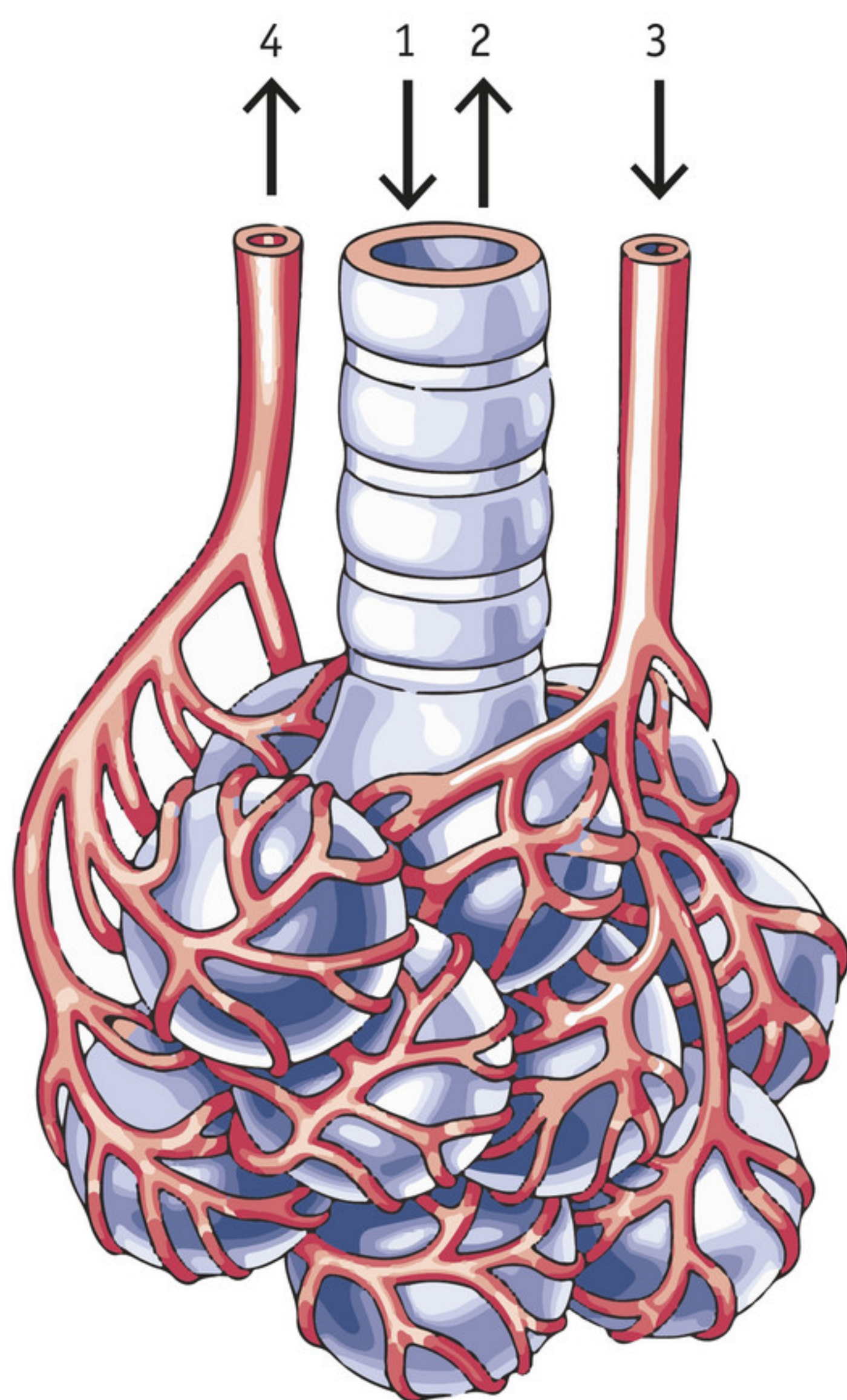
## KENNIS

1

In afbeelding 5 zie je longblaasjes met longhaarvaten. De pijlen geven de stroomrichting van de lucht of van het bloed aan.

Geef van elke pijl aan of het de stroomrichting is van lucht of van bloed. Noteer erachter of de lucht of het bloed bij de pijl veel of weinig zuurstof en veel of weinig koolstofdioxide bevat. Alle bloedvaatjes zijn roodgekleurd, ongeacht of er veel of weinig zuurstof in het bloed zit.

**Afb. 5** Longblaasjes.



2

Twee manieren van ademen zijn borstademhaling en buikademhaling.

**a** Zet de gebeurtenissen bij inademen in de juiste volgorde.

- ..... borstholte wordt groter
- ..... longen worden groter
- ..... lucht stroomt de longen in
- ..... ribben en borstbeen bewegen omhoog

**b** Zet de gebeurtenissen bij uitademen in de juiste volgorde.

- ..... borstholte wordt kleiner
- ..... longen worden kleiner
- ..... lucht stroomt de longen uit
- ..... ribben en borstbeen bewegen omlaag

**c** Horen de gebeurtenissen in vraag a en b bij borstademhaling of bij buikademhaling? Leg je antwoord uit.



3

- a Welke manier(en) van ademhaling gebruik je als je rustig ademhaalt?
- b Door het samentrekken van je middenrif worden de longen *groter* / *kleiner*, zodat je *inademt* / *uitademt*. Deze beweging hoort bij *borstademhaling* / *buikademhaling*.
- c Door het samentrekken van de tussenribspieren bewegen je ribben *omhoog* / *omlaag* en wordt de borstholte *groter* / *kleiner*. Deze beweging hoort bij *borstademhaling* / *buikademhaling*.

4

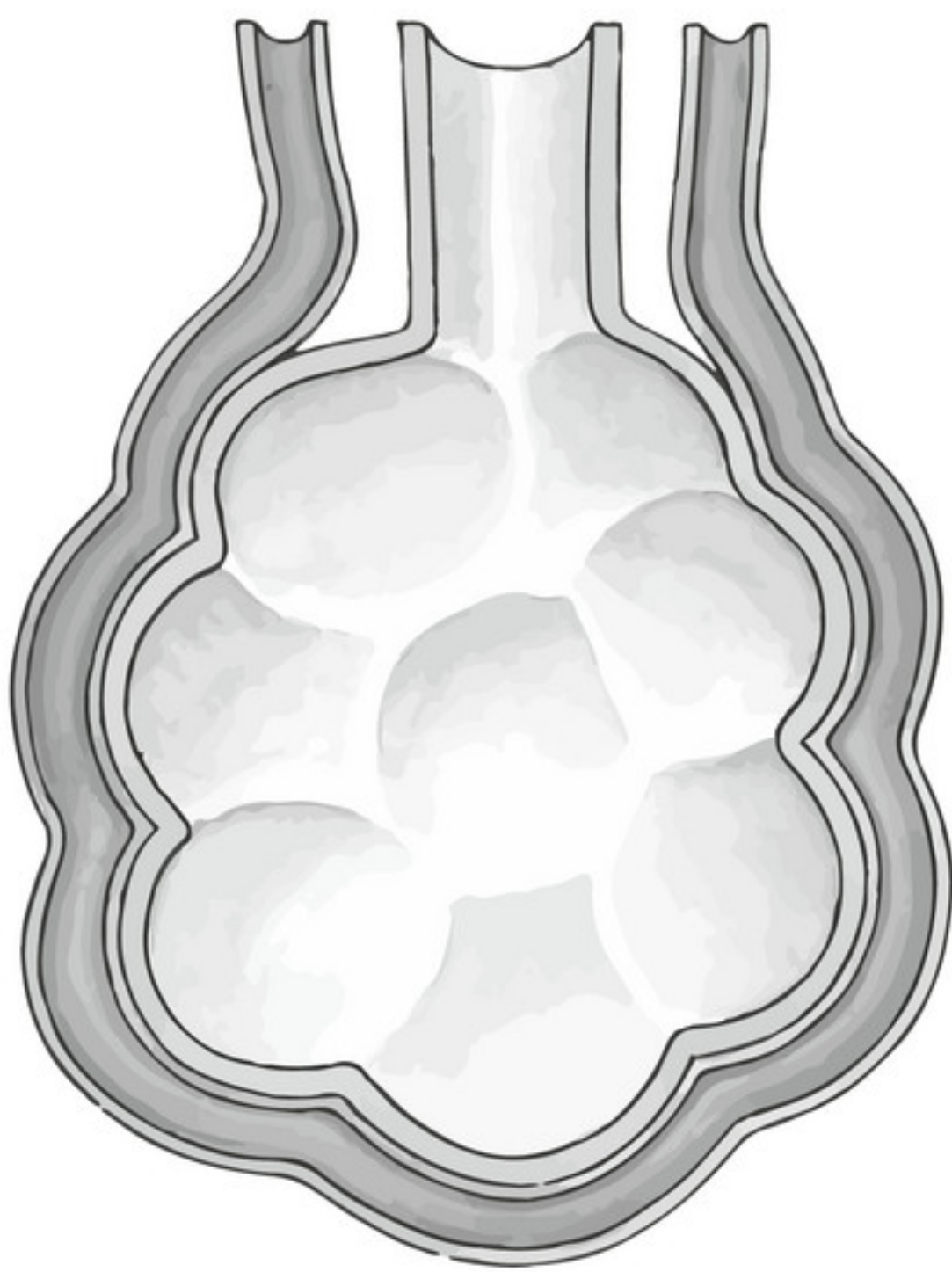


**Samenvatting**

Maak een samenvatting met behulp van afbeelding 6. In deze tekening zie je longblaasjes met longhaarvaten.

- Geef met pijlen aan in welke richting het bloed en de lucht stromen.
- Geef met pijlen aan hoe zuurstof en koolstofdioxide worden uitgewisseld.
- Geef de verschillen aan tussen ingeademde en uitgeademde lucht.
- Geef naast de tekening een beschrijving van de stappen bij borstademhaling en bij buikademhaling.

Afb. 6



De stappen bij borstademhaling:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

De stappen bij buikademhaling:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## INZICHT

5

Lucht is een mengsel van gassen en heeft niet altijd dezelfde samenstelling. Gemiddeld bestaat lucht uit 78% stikstof, 21% zuurstof, 1% edelgasen, 0,03% koolstofdioxide en 0 tot 7% waterdamp.

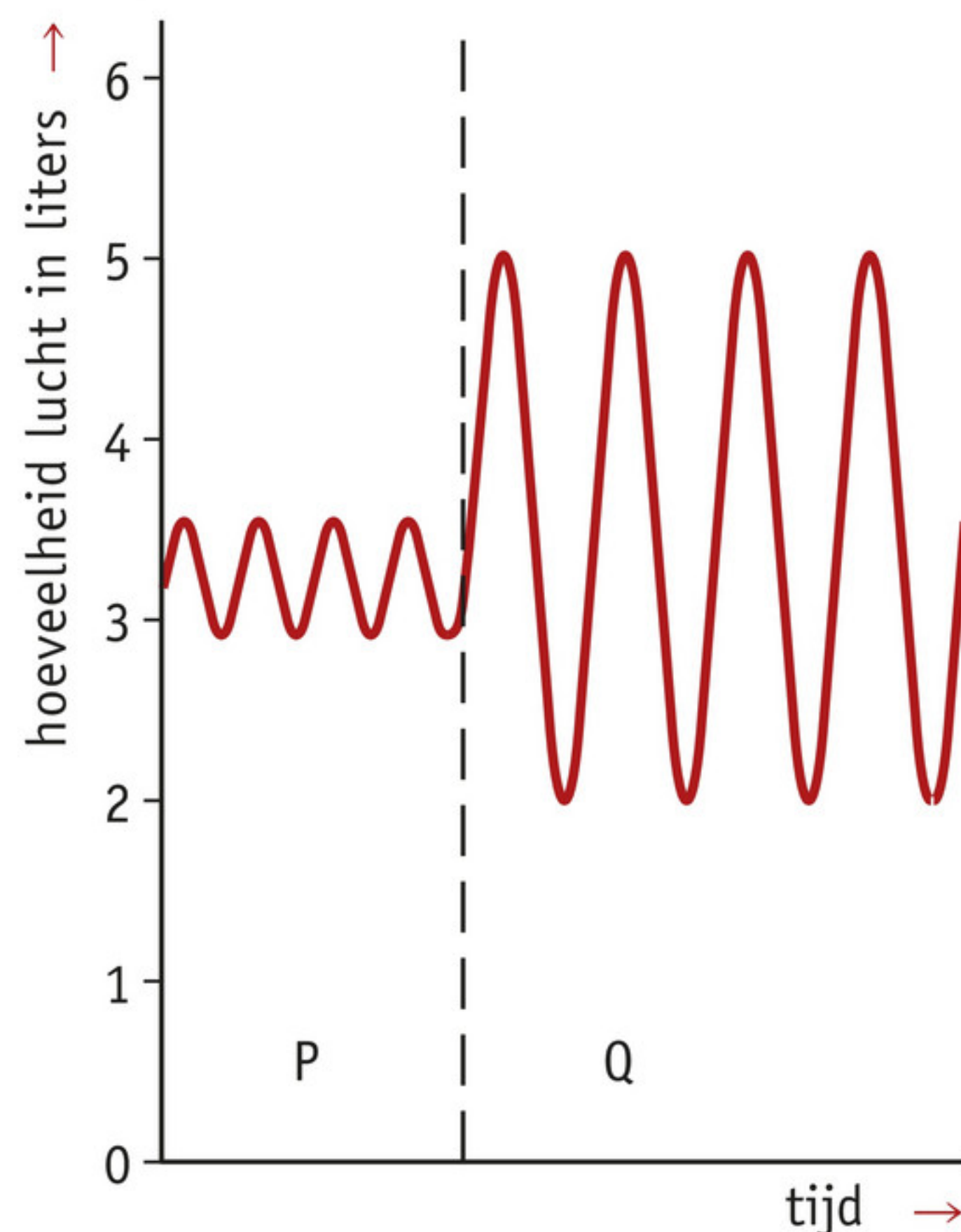
- Is het percentage stikstof in uitgeademde lucht hoger dan, even hoog als of lager dan in ingeademde lucht? Leg je antwoord uit.
- Berend heeft het eerste uur biologieles. Als hij het lokaal binnenkomt, staan de ramen open. Voordat de les begint, sluit de docent de ramen.  
Van welk gas of van welke gassen is het percentage in de lucht van het klaslokaal gedaald aan het einde van de les? Leg je antwoord uit.
- Van welk gas of van welke gassen is het percentage in de lucht van het klaslokaal toegenomen aan het einde van de les? Leg je antwoord uit.

6

Bij Alex is gedurende enige tijd gemeten hoeveel liter lucht er in zijn longen zit. De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 7.

- In welke periode (P of Q) is Alex heel actief? Leg dit uit met behulp van het diagram.
- Waaruit kun je opmaken dat er altijd lucht achterblijft in de longen?
- Een deel van de ingeademde lucht komt terecht in de zogenoemde dode ruimte: delen van het ademhalingsstelsel waar geen gaswisseling kan plaatsvinden.  
Na een inademing zit er lucht in de luchtpijp, bronchiën, luchtpijptakjes en longblaasjes.  
In welk deel of welke delen kan geen gaswisseling plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

Afb. 7



7

- Hoogzwangere vrouwen kunnen niet diep inademen en worden vaak kortademig. Leg dat uit.
- Diede is al een week verkouden en moet vaak stevig hoesten. Als Diede hoest, ademt ze krachtig uit.  
Waarom heeft Diede last van haar buikspieren tijdens het hoesten?
- Antagonisten zijn spieren waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft. Welke spieren werken als antagonisten van de middenrifspieren bij de ademhaling?
- Bij hikken trekt het middenrif krampachtig samen.  
Gaat bij hikken lucht naar binnen of naar buiten? Leg uit hoe deze luchtstroom wordt veroorzaakt.



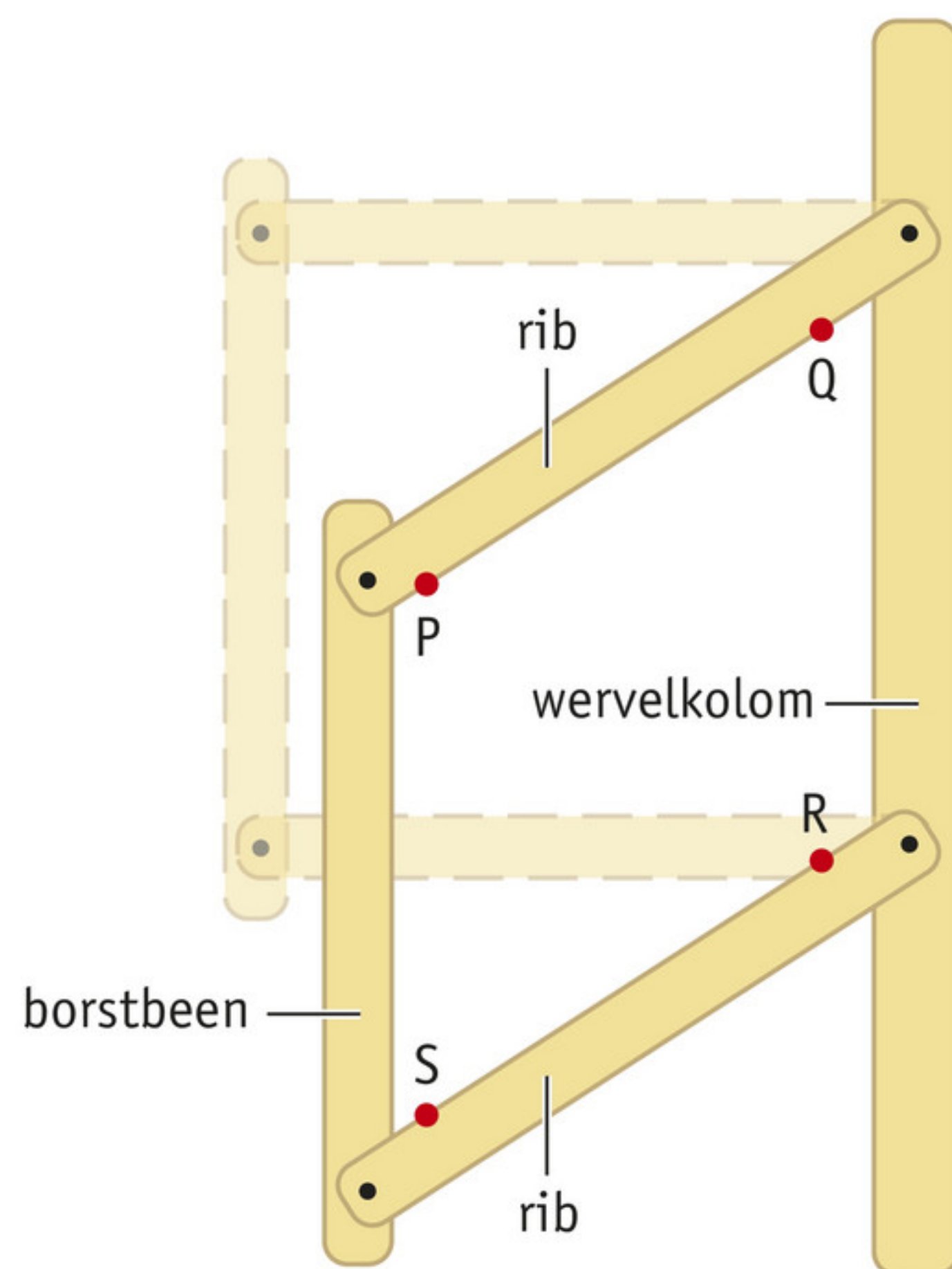
8

In afbeelding 8 zie je een model waarmee de beweging van de ribben en het borstbeen kan worden nagebootst. P, Q, R en S stellen aanhechtingsplaatsen van tussenribspieren voor.

- Tussen welke aanhechtingsplaatsen bevindt zich een spier die bij samentrekking een inademing veroorzaakt? Leg je antwoord uit.
- Bij uitademing ontspannen de tussenribspieren zich en bewegen ribben en borstbeen omlaag met behulp van de zwaartekracht. Bij iemand die met het hoofd naar beneden aan een trapeze hangt, heeft de zwaartekracht dit effect niet (zie afbeelding 9). Er moeten in deze situatie tussenribspieren samentrekken om de borstkas kleiner te maken.

Leg uit welke tussenribspier moet samentrekken om de borstkas te verkleinen.

Afb. 8



Afb. 9 Een trapezewerker.



+ 9

Lees de tekst 'Klaplong' in afbeelding 10.

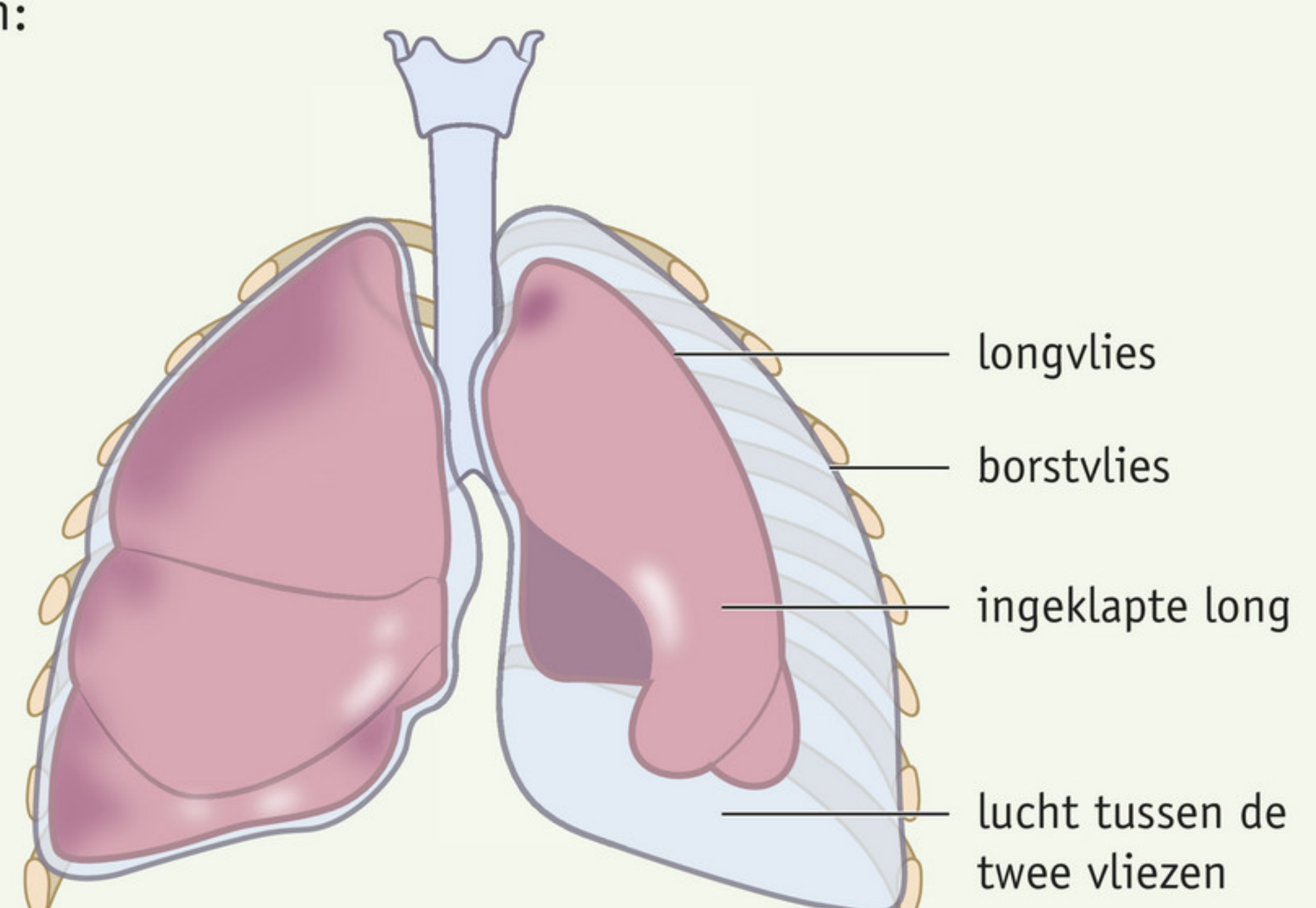
Door een verwonding van buitenaf of door een longziekte kan er een opening in het borstvlies om een long ontstaan. Hierdoor kan een long inzakken (een klaplong).

- Leg uit hoe een klaplong ontstaat.
- Waarom krijgt iemand met een klaplong het vaak heel benauwd?
- Wanneer duikers in het water opstijgen, zet de lucht in de longen uit. Ze moeten daarom heel goed uitademen tijdens het opstijgen.  
 Waardoor kan een duiker een klaplong krijgen als hij niet goed uitademt bij het opstijgen?

Afb. 10

### Klaplong

Om je longen heen bevinden zich twee vliezen: één tegen de longen aan (longvlies) en één tegen de borstkas aan (borstvlies). In de ruimte tussen de vliezen zit vloeistof. Hierdoor kunnen de twee vliezen gemakkelijk over elkaar schuiven als de borstholte groter en kleiner wordt bij het ademen. Doordat er in de ruimte tussen de twee vliezen een onderdruk is, ontstaat er een vacuüm waardoor de longen als het ware tegen de borstkas aan geplakt zitten. Bij het inademen en uitademen bewegen ze daardoor mee.





## SAMENHANG leefwereld

**DIDGERIDOOSPELEN TEGEN SLAAPAPNEU**

Bij slaapapneu wordt tijdens het slapen de luchtpijp afgesloten door de tong, de huig of de weke delen achter in de keel. Die afsluiting kan van tien seconden tot meer dan een minuut duren. Wanneer dat tien tot meer dan veertig keer per uur gebeurt, kom je niet in je diepe slaap en heb je een structureel slaapttekort. Jules heeft slaapapneu en voelt zich daardoor overdag slaperig en vermoeid. Ook kan hij zich slecht concentreren en is hij vergeetachtig. Zijn huisarts adviseert hem om een workshop didgeridoospelen tegen slaapapneu te gaan volgen. Een didgeridoo is een blaasinstrument dat al duizenden jaren door de Aboriginals in Australië wordt bespeeld. Ze passen daarbij een speciale ademhalingstechniek toe waardoor er een continue, lage toon wordt geproduceerd bij het blazen. Wetenschappers hebben aangetoond dat de ademtechniek die hiervoor nodig is, de keelspieren versterkt en dat kan slaapapneu voorkomen.

**Afb. 11** Een didgeridoospeler.**10**

Lees de tekst 'Didgeridoospelen tegen slaapapneu'.

- a** Jules vermoedt dat hij lijdt aan slaapapneu doordat hij steeds benauwd en angstig wakker wordt. Leg dat uit.
- b** Door slaapapneu voel je je overdag niet fit.  
Leg uit waardoor slaapapneu op den duur ook ernstige gevolgen kan hebben voor de gezondheid.
- c** Om er zeker van te zijn dat Jules' klachten worden veroorzaakt door slaapapneu, wordt bij hem een slaaponderzoek uitgevoerd in een Academisch Slaapcentrum. Tijdens dit onderzoek wordt tijdens de slaap de ademhaling geregistreerd en wordt het zuurstofgehalte van het bloed gemeten.  
Hoe bepalen de artsen of Jules lijdt aan slaapapneu?
- d** Circulaire ademhaling wordt gebruikt om de didgeridoo te bespelen. Eerst wordt de mondholte gevuld met zo veel mogelijk lucht waardoor de wangen worden opgeblazen. Daarna wordt de keel afgesloten met het achterste van de tong. Dan wordt tegelijk door de neus ingeademd en wordt de lucht uit de mondholte met de wangspieren door het instrument naar buiten gedrukt. Op die manier ontstaat een continu geluid, zonder ademhalingspauzes.  
Oefenen van deze techniek kan beginnen met k...k...k...k... te zeggen. Doe dit maar eens een paar keer.  
Leg uit waarom circulair ademen wordt gebruikt om de spieren in de keel te versterken.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 5 Gezonde luchtwegen

## LEERDOELEN

1.5.9 Je kunt uitleggen wat je zelf kunt doen om je luchtwegen gezond te houden.

► Leren onderzoeken 3

► Practicum 8

1.5.10 Je kunt beschrijven wat hooikoorts, astma en COPD zijn.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |          |        |        |        |
|------------|--------------------------|----------|--------|--------|--------|
|            | 1.5.9                    | 1.5.10   | 1.2.3* | 1.2.4* | 1.4.7* |
| Onthouden  | 1                        | 2a       |        |        |        |
| Begrijpen  | 3, 4                     | 2bcde, 4 |        |        |        |
| Toepassen  | 5a, 6, 7, 8a             | 10c      | 10c    | 10c    | 10c    |
| Analyseren | 5b, 8bc                  | 9, 10de  | 10b    | 10b    | 10abd  |

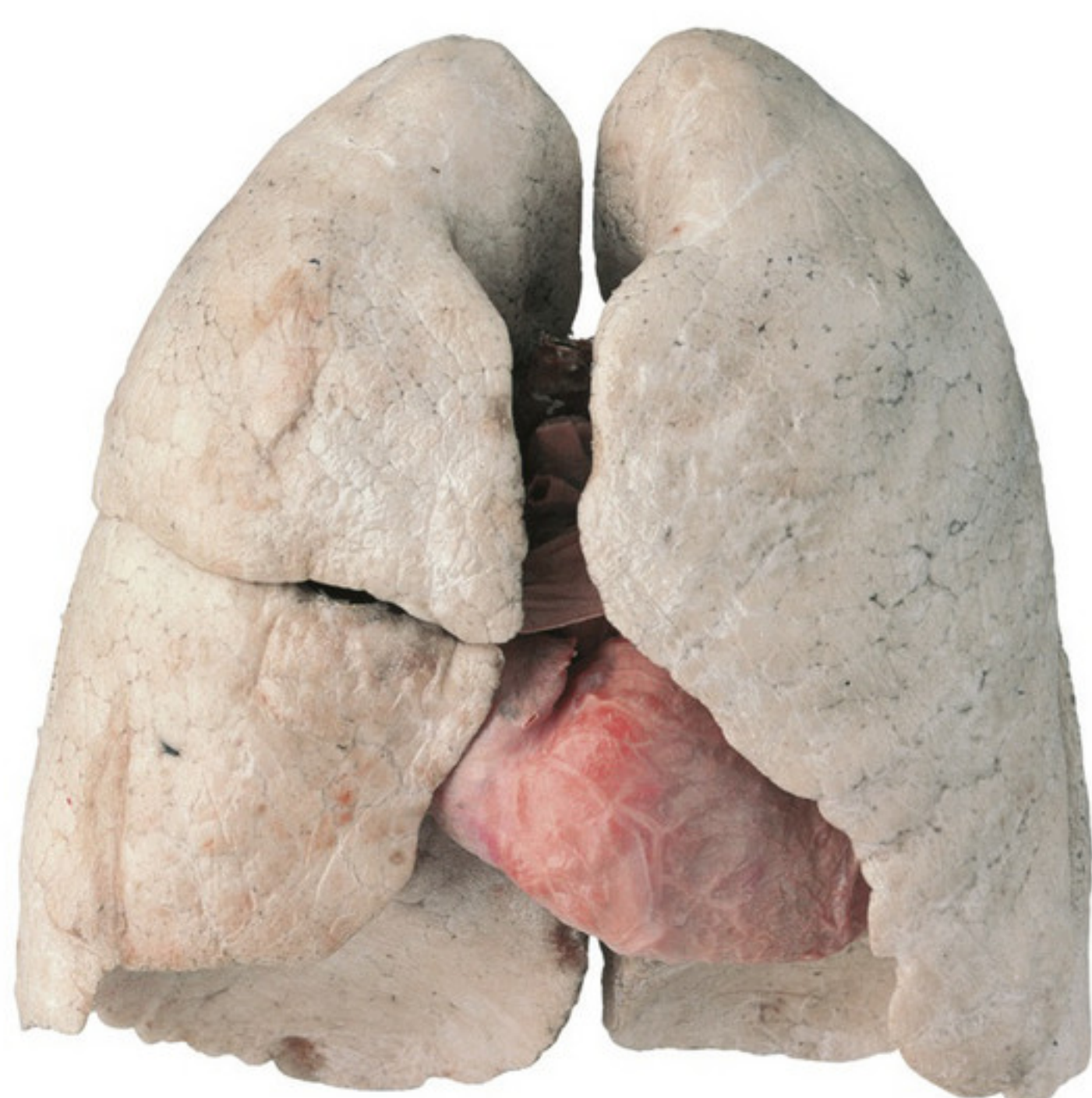
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Door verschillende oorzaken kunnen longen en luchtwegen minder goed functioneren. Iemand wordt dan benauwd of moet vaak hoesten. Je kunt zelf iets doen om je luchtwegen gezond te houden.**

## SCHONE LONGEN

Het belangrijkste wat je zelf kunt doen om je luchtwegen gezond te houden, is niet gaan roken. In rook van tabak zitten duizenden stoffen die schadelijk zijn voor je longen. Minstens veertig van die stoffen zijn bovendien kankerverwekkend. In de rook van een sigaret zitten onder andere kleine teerdruppeltjes. De teer beschadigt de binnenkant van de luchtwegen (zie afbeelding 1). Ook het gebruik van een elektronische sigaret (e-sigaret) of waterpijp is schadelijk voor de longen. Beschadigde longen kunnen minder goed zuurstof opnemen. Hierdoor kun je minder inspanning verrichten: je conditie neemt af.

**Afb. 1** Dit doet roken met je longen.



1 gezonde longen



2 rokerslongen

## BEWEGEN EN ZINGEN

Voldoende bewegen is goed voor je gezondheid, ook voor de gezondheid van je longen. Door te sporten of te bewegen krijg je een betere conditie en worden je longen sterker. Bij flinke inspanning heeft je lichaam veel zuurstof nodig, waardoor je dieper gaat ademen. Sporten versterkt zo de ademhalingsspieren en zorgt ervoor dat de longinhoud groter wordt.

Ook door zingen of het bespelen van een blaasinstrument kun je je longen sterker maken. Het zijn allebei goede ademhalingsoefeningen, waardoor je conditie verbetert.



Pas wel op als er veel **smog** in de lucht hangt. Smog is luchtvervuiling die vooral bestaat uit fijnstof. De kans op smog is groter bij weinig wind. Het fijnstof en andere luchtvervuiling worden dan niet goed afgevoerd (zie afbeelding 2). Bij veel smog kun je beter niet buiten sporten. Als je toch buiten actief wilt zijn, ga dan 's ochtends vroeg of 's avonds laat. Dan is de lucht meestal schoner.

**Afb. 2** Uitlaatgassen zorgen voor luchtvervuiling.



### FRISSE LUCHT

Ook in huis en in het klaslokaal is frisse lucht heel belangrijk. Als je urenlang met dertig leerlingen in een klaslokaal zit, neemt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht van het lokaal sterk toe. Ook andere stoffen hopen zich op. Bovendien neemt de hoeveelheid zuurstof af. Door te weinig frisse lucht kun je last krijgen van concentratieverlies, hoofdpijn en vermoeidheid. Ook kunnen bacteriën en virussen zich gemakkelijker verspreiden.

Door te ventileren wordt 'oude' lucht vervangen door verse lucht. Zorg dus voor voldoende **ventilatie**. Zet de ventilatieroosters open of zet een raam op een kier. Ververs ook elke dag de lucht in het lokaal door een halfuur het raam helemaal open te zetten. Om te meten of de luchtkwaliteit in het klaslokaal voldoende is, kun je een koolstofdioxidemeter ophangen (zie afbeelding 3).

**Afb. 3** Een digitale koolstofdioxidemeter.





## HOOIKOORTS

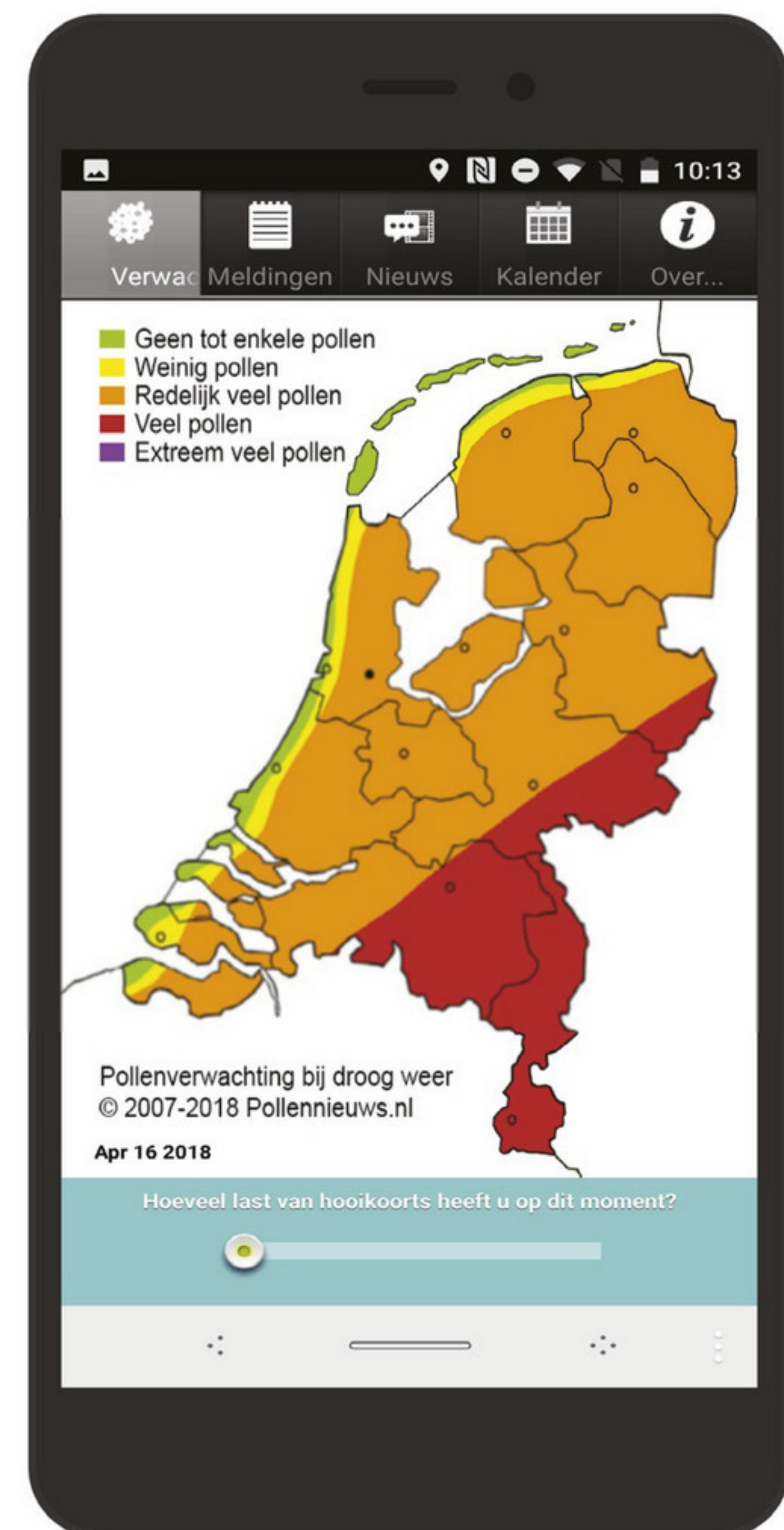
Windbloemen produceren veel lichte stuifmeelkorrels (pollen) die door de wind worden weggeblazen. Op sommige dagen in het voorjaar en in de zomer zit de lucht vol met stuifmeel. In het voorjaar is er vooral stuifmeel van bomen en struiken. In de zomer is er vooral stuifmeel van grassen en kruidachtige planten.

Je ademt dit stuifmeel in. De stuifmeelkorrels blijven dan kleven aan het slijmvlies in je luchtwegen.

Sommige mensen kunnen er niet tegen wanneer hun slijmvlies in aanraking komt met stuifmeel van bepaalde planten. Ze krijgen een branderig of jeukend gevoel in hun neus, keel en ogen. Het slijmvlies in de luchtwegen kan ook opzwellen door een ontsteking. Deze mensen hebben last van hooikoorts. **Hooikoorts** is de meest voorkomende vorm van allergie. Bij een allergie ben je overgevoelig voor bepaalde stoffen.

Hooikoortspatiënten moeten soms uren achtereen niezen. Ze kunnen stuifmeel het best zo veel mogelijk vermijden. Op internet is informatie te vinden over hoeveel pollen er in de lucht zitten. Er zijn ook apps met informatie over stuifmeel en hooikoorts (zie afbeelding 4).

Afb. 4 Informatie over pollen op je telefoon.



## ASTMA

Astma is een chronische longziekte. Dat betekent dat het niet meer overgaat. Bij astma heb je het benauwd. Meestal komt die benauwdheid plotseling op. Je spreekt dan van een astma-aanval. Zo'n aanval wordt uitgelokt door bepaalde prikkels. Dit kunnen stoffen in de lucht zijn, maar ook spanning of stress. Een astma-aanval kan beangstigend zijn, doordat je het gevoel kunt hebben dat je stikt.

In de wand van de fijne vertakkingen van de bronchiën (de luchtpijptakjes) bevinden zich spiertjes. Bij een astma-aanval trekken deze spiertjes samen. De luchtwegen worden dan nauwer en het ademen gaat moeilijker. Je voelt je dan benauwd.

## COPD

COPD (*Chronic Obstructive Pulmonary Disease*) is een chronische ontsteking van de luchtwegen die vooral door roken wordt veroorzaakt, maar soms ook door een erfelijke ziekte.

De binnenkant van de luchtwegen is bekleed met slijmvlies. Tabaksrook veroorzaakt ontstekingen, waarbij het slijmvlies opzwellt en meer slijm gaat vormen. Vooral de fijnste luchtpijptakjes raken verstopt. Ook kunnen de longblaasjes beschadigen. Dit noem je longemfyseem.

Een COPD-patiënt is kortademig, moet veel hoesten en geeft soms slijm op. Dagelijkse dingen zoals traplopen worden moeilijker.



KENNIS

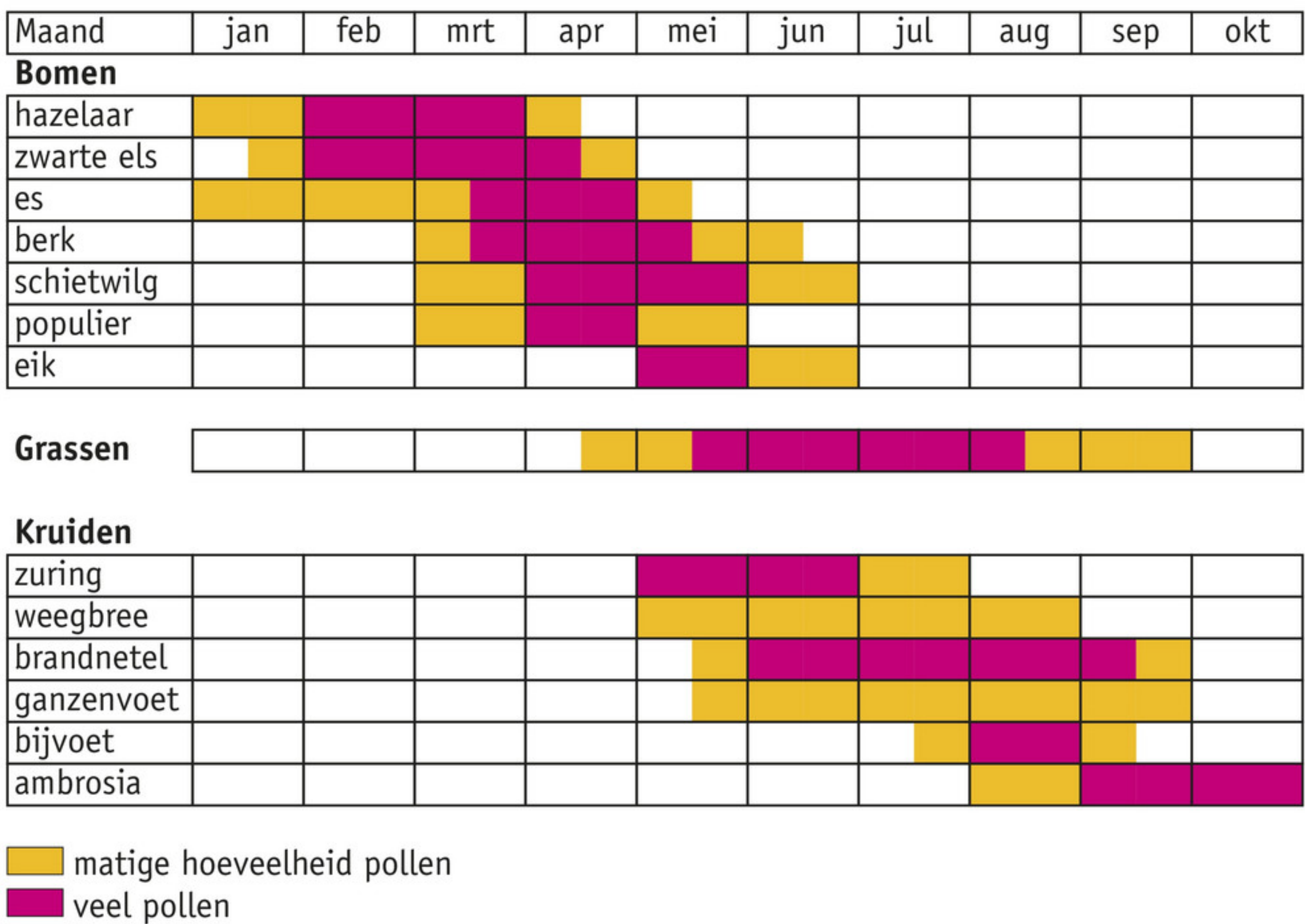
1

- a Wat is smog?
- b Bij welke weersomstandigheden is er kans op smog?

2

- Hooikoorts is een voorbeeld van een allergie.
- a Wat is een allergie?
  - b Gina is allergisch voor de pollen van de berk.  
Wanneer zal Gina hooikoortsklachten krijgen?
  - c In afbeelding 5 zie je een pollenkalender. Een pollenkalender geeft voor allerlei planten aan wanneer ze stuifmeel afgeven. Raaigras is een grassoort die veel voorkomt. Veel mensen krijgen hooikoorts door het stuifmeel van deze plant. In welke maand is de kans op hooikoorts voor deze mensen het grootst?
    - A in april
    - B in mei
    - C in juli
    - D in augustus
  - d Kevin heeft uitsluitend in september en oktober last van hooikoorts.  
  
De oorzaak van de hooikoorts bij Kevin is het stuifmeel van de .....
  - e Weersomstandigheden kunnen gunstig of ongunstig zijn voor hooikoortspatiënten. Bij welk weerbericht krijgen deze mensen het advies om binnen te blijven?
    - A Bewolkt maar droog weer. Zwakke wind uit het zuiden. Maximumtemperatuur 10 °C.
    - B De hele dag regen. Vrijwel windstil. Maximumtemperatuur in de middag 12 °C.
    - C Overwegend bewolkt met af en toe regen. Zwakke wind uit het westen. Maximumtemperatuur ongeveer 16 °C.
    - D Zonnig en droog. Vrij sterke wind uit het zuiden. Maximumtemperatuur in de middag ongeveer 23 °C.

Afb. 5 Een pollenkalender.



3

Leg uit dat je ademhalingspijnen sterker worden door sporten, zingen en het bespelen van een blaasinstrument.



4



## Samenvatting

- Hoe houd je je longen schoon?
- Hoe houd je je longen sterk?
- Wat is hooikoorts, wat is de oorzaak en wat zijn de klachten?
- Wat is astma, wat is de oorzaak en wat zijn de klachten?
- Wat is COPD, wat is de oorzaak en wat zijn de klachten?

## INZICHT

5

In de rook van een sigaret komen kleine teerdruppeltjes voor. Teer kan niet door de wand van de longblaasjes heen en blijft in de longblaasjes achter.

- a** Leg uit welke invloed dit heeft op de gaswisseling.
- b** Door de teerdruppeltjes beschadigen de trilharen in het slijmvlies van de luchtwegen. Ze kunnen daardoor minder goed bewegen.  
Leg uit dat een roker dan vaker moet hoesten.



6

In lokaal 142 zijn de ramen vaak dicht. Senna voelt zich regelmatig suf en kan zich minder goed concentreren wanneer ze het zevende uur biologieles heeft in dit lokaal.

- a Welke conclusie kun je hieruit trekken?
- b De mentor van Senna geeft altijd les in lokaal 142. Zij vraagt zich af waarom er in de tweede week na een schoolvakantie zoveel leerlingen afwezig zijn vanwege ziekte. Kun jij dit verklaren?

7

- a Leg uit waardoor een astmapatiënt minder lucht in de longen krijgt tijdens een astma-aanval.
- b Leg uit welk gevolg een astma-aanval heeft voor de gaswisseling.
- c Leg uit waarom het schoonhouden van leslokalen belangrijk is voor scholieren met astma.

8

Klaas heeft COPD en hoest vaak.

- a Waardoor hoest iemand met COPD vaak?
- b Waardoor heeft een patiënt met COPD vaak een piepende ademhaling?
- c Een patiënt met COPD is vaak benauwd, moet veel hoesten en is kortademig. Leg uit dat een patiënt met COPD hierdoor vaak moe is.

+ 9

Lees de tekst 'Ambrosia' in afbeelding 6.

- a De NVWA adviseert om ambrosia niet in de gft-container te gooien, maar in de restafvalcontainer. De plant wordt dan verbrand. Van gft-afval wordt compost gemaakt.  
Leg uit waarom je ambrosia beter niet in de gft-container kunt gooien.
- b Het huidige hooikoortsseizoen in Nederland is ongeveer eind augustus afgelopen. Ambrosia komt op dit moment (2019) nog niet massaal voor in Nederland.  
Leg uit dat ambrosia het hooikoortsseizoen in de toekomst met twee maanden kan verlengen als verdere verspreiding van deze plant niet wordt voorkomen.
- c Het NVWA adviseert om bij het verwijderen van een bloeiende plant een mondkapje en een veiligheidsbril te dragen.  
Leg uit waarom ze dat adviseren.
- d Verklaar waarom hooikoortspatiënten die aan zee wonen minder last hebben van hooikoorts dan inwoners van Limburg.

#### Afb. 6

##### Ambrosia

De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) roept iedereen op de hooikoortsplant ambrosia op eigen grondgebied te verwijderen. 'De plant komt oorspronkelijk uit Amerika en kan het hooikoortsseizoen in Nederland met twee maanden verlengen als we verdere verspreiding niet voorkomen. De plant bloeit vanaf eind augustus tot en met oktober en is dan gemakkelijk te herkennen. De bloeiperiode is daarom de beste periode om de plant te verwijderen.'

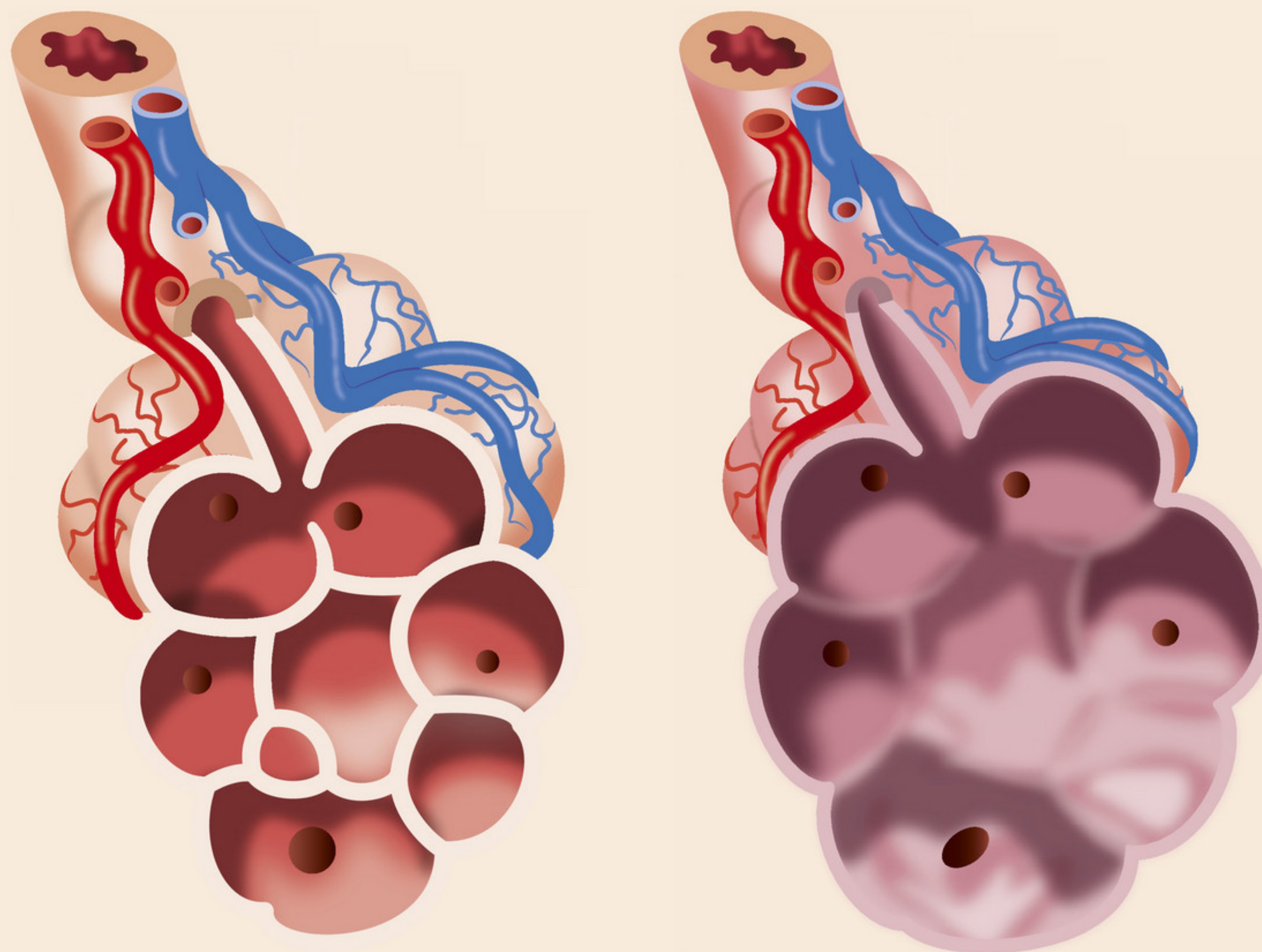




## SAMENHANG leefwereld

**LONGEMFYSEEM**

De oma van Paul heeft gerookt vanaf haar 15e jaar en heeft nu longemfyseem. Longemfyseem is een chronische ziekte waarbij er steeds meer longblaasjes stukgaan. Beschadigde longblaasjes kunnen niet meer herstellen. Longemfyseem is dus niet te genezen. Roken is de bekendste oorzaak van COPD waardoor longemfyseem kan ontstaan. De stoffen in tabaksrook tasten de longblaasjes aan. Als je longemfyseem hebt en toch blijft roken, wordt de ziekte sneller erger. Soms zijn chemische dampen die vrijkomen bij bepaald werk de oorzaak van longemfyseem. Bijvoorbeeld in de bouw, als je gewerkt hebt met verf of met asbest. In enkele gevallen is een erfelijke afwijking de oorzaak van longemfyseem, bijvoorbeeld bij de longziekte alpha-1.

**Afb. 7**

1 gezond longblaasje

2 longblaasje bij een patiënt met longemfyseem

10

Lees de tekst 'Longemfyseem' en bekijk afbeelding 7.

- a** Bij longemfyseem verdwijnen de tussenwanden van de longblaasjes. Waarom is het voor iemand die longemfyseem heeft moeilijker om voldoende zuurstof op te nemen uit de ingeademde lucht?
- b** Paul doet elke week een keer boodschappen voor zijn oma. Het is maar een klein stukje naar de supermarkt maar voor zijn oma is lopen en sjouwen heel vermoeiend. Waarom is lopen en sjouwen voor Pauls oma heel vermoeiend?
- c** Pauls oma is kortademig. Ze is al na weinig inspanning buiten adem en moet hijgen. Leg uit hoe dat komt.
- d** Waarom helpt het nauwelijks als Pauls oma vaker ademhaalt?
- e** Bij Babette werd op haar 30e jaar geconstateerd dat ze heel ernstig longemfyseem had door een erfelijke aandoening. Het ging daarna snel steeds slechter met haar. Uiteindelijk kon ze alleen nog maar op de bank zitten. Na een longtransplantatie kan Babette weer alles, zelfs schaatsen met haar kinderen. Leg uit waarom alleen een longtransplantatie de gezondheidssituatie van Babette kon verbeteren.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 6 Ademhaling bij dieren

## LEERDOEL

1.6.11 Je kunt beschrijven hoe de gaswisseling plaatsvindt bij verschillende diergroepen.

► Practica 9 en 10

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |        |        |
|------------|--------------------------|--------|--------|
|            | 1.6.11                   | 1.2.4* | 1.2.5* |
| Onthouden  | 2bc, 3ab                 |        |        |
| Begrijpen  | 1, 2a, 3cd, 4            |        |        |
| Toepassen  | 5, 6, 7, 8a, 10c         |        | 10de   |
| Analyseren | 8b, 9, 10b               | 10a    | 10a    |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Alle organismen nemen stoffen uit hun omgeving op en geven stoffen aan hun omgeving af. Het maakt hierbij niet uit of het organisme uit één of uit heel veel cellen bestaat.**

## EENCCELLIGEN

Amoeben zijn eencellige organismen (zie afbeelding 1). Bij eencellige organismen vindt ademhaling plaats via het celmembraan. Het oppervlak van het celmembraan is groot genoeg om voldoende zuurstof te kunnen opnemen en voldoende koolstofdioxide te kunnen afgeven. Eencelligen hebben dan ook geen speciale ademhalingsorganen.

**Afb. 1** Een amoebe (vergroting 20×).



Bij dieren die uit veel cellen bestaan (meercelligen), is het oppervlak van het lichaam niet groot genoeg om voldoende zuurstof en koolstofdioxide uit te wisselen met de omgeving. Bovendien is bij veel dieren de huid ondoorlaatbaar. Al deze dieren hebben speciale ademhalingsorganen waarmee ze zuurstof opnemen en koolstofdioxide afgeven. Voorbeelden van deze organen zijn tracheeën (bij insecten), kieuwen (bij vissen) en longen (onder andere bij zoogdieren en vogels).

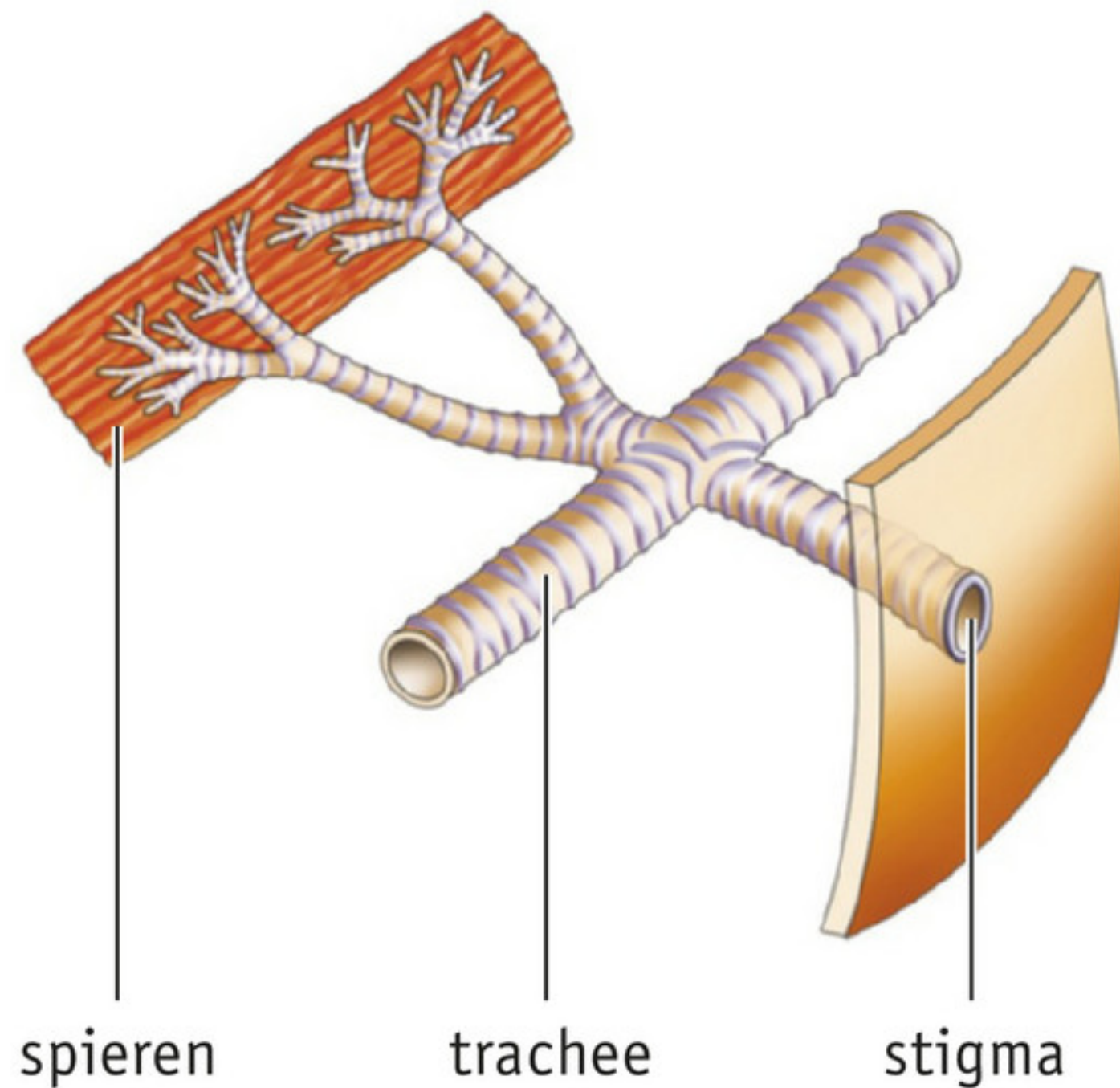


## INSECTEN

Insecten hebben tracheeën. **Tracheeën** zijn sterk vertakte buisjes in het lichaam van een insect. Via openingen komt lucht in het tracheeënstelsel. Deze openingen heten **stigma's** (zie afbeelding 2). De kleine vertakkingen van de tracheeën eindigen overal in het lichaam. Alle vertakkingen samen hebben een groot oppervlak, zodat de gaswisseling snel plaatsvindt.

Bij veel soorten insecten bevinden de stigma's zich vooral in het achterlijf. Deze insecten maken met hun achterlijf een soort pompende bewegingen. Hierbij wordt het achterlijf heen en weer bewogen om zo de lucht in de tracheeën te verversen.

Afb. 2 Stigma's.



1 deel van het tracheeënstelsel



stigma

2 rups (*Cossus cossus*) met stigma's



3 stigma van dichtbij

## VISSEN

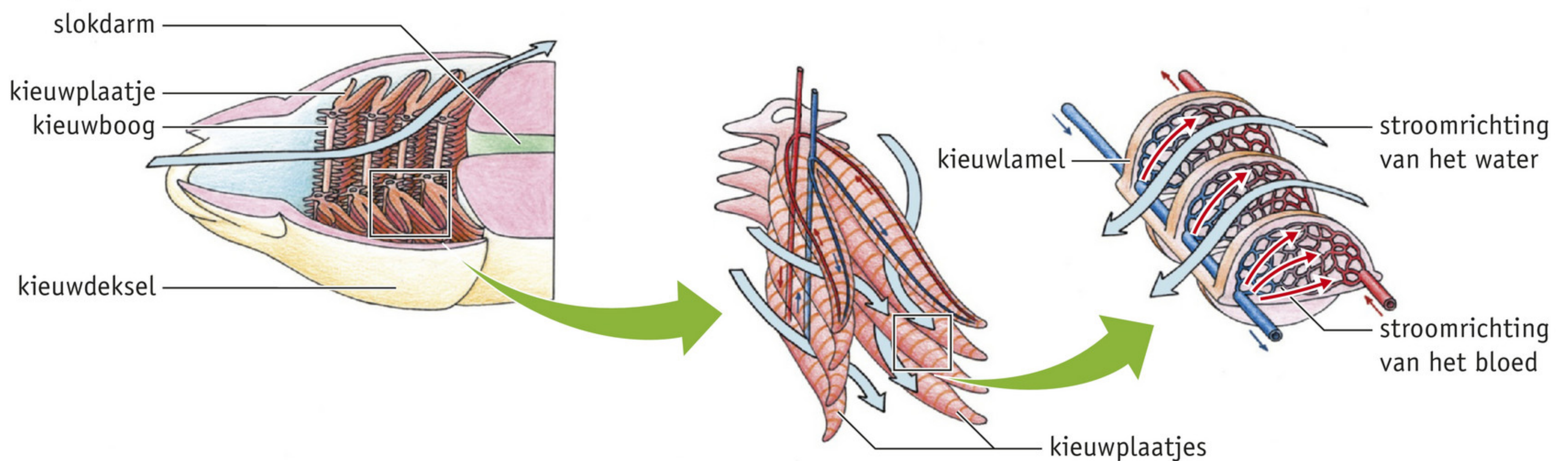
Vissen halen adem met **kieuwen**. De kieuwen liggen vlak achter de kop in de **kieuwholten** (zie afbeelding 3). De kieuwholten zijn bedekt door **kieuwdeksels**. Als vissen ademen, nemen ze water in hun bek. Daarna sluit de bek, gaat het kieuwdeksel open en stroomt het water langs de kieuwen weer naar buiten.

Elke kieuw bestaat uit een **kieuwboog**, met daarop een groot aantal **kieuwplaatjes**. Op de kieuwplaatjes bevinden zich dunne **kieuwlamellen** met daarin een netwerk van bloedvaten. Het oppervlak van alle kieuwlamellen samen is groot, waardoor de opname van zuurstof en de afgifte van koolstofdioxide snel kan verlopen. De stroomrichting van het bloed in de bloedvaten is tegenovergesteld aan de stroomrichting van het water (zie afbeelding 4). Dit is een voorbeeld van het **tegenstroomprincipe**. Het tegenstroomprincipe komt op allerlei plaatsen voor waar stoffen (of warmte) worden uitgewisseld. Door het tegenstroomprincipe gaat de uitwisseling van stoffen beter dan wanneer de stoffen in dezelfde richting bewegen.

Afb. 3 Kieuwen bij een vis.





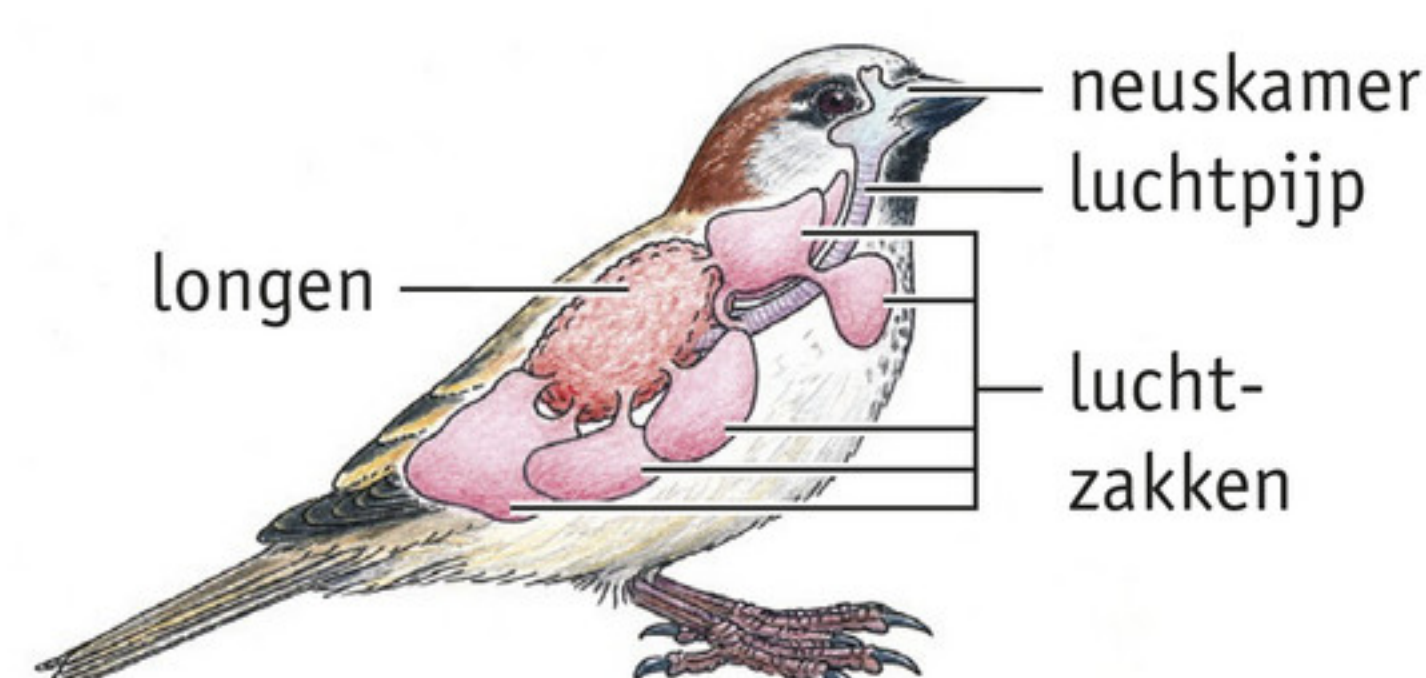
**Afb. 4** De bouw van kieuwen.

Volwassen amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren ademen via longen. Ook bij reptielen en zoogdieren die in het water leven, vinden de opname van zuurstof en de afgifte van koolstofdioxide in de longen plaats. Deze dieren moeten dan ook regelmatig naar het wateroppervlak om adem te halen (zie afbeelding 5).

**Afb. 5** Walvissen halen adem met longen.

## VOGELS

De longen van vogels werken anders dan de longen van zoogdieren en mensen. Aan de bovenkant van de snavel bevinden zich twee neusopeningen (zie afbeelding 6). Daarachter ligt de neuskamer, een soort neusholte. De longen van vogels zijn kleiner dan de longen van zoogdieren en hebben geen longblaasjes. Aan de longen zitten **luchtzakken** vast (zie afbeelding 7). Een aantal luchtzakken ligt aan de voorkant van de longen, een aantal ligt meer aan de achterkant.

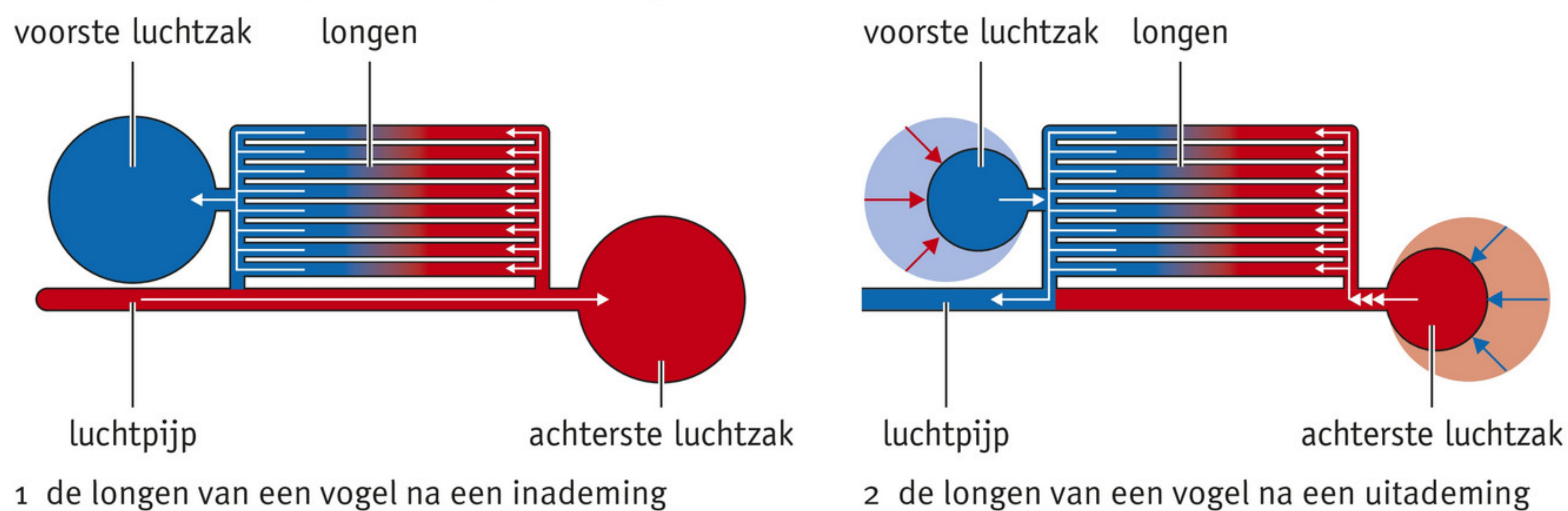
**Afb. 6** Een valk.**Afb. 7** Ademhalingsstelsel van een vogel.



De longen van een vogel worden niet groter en kleiner, de luchtzakken om de longen wel. Als een vogel inademt, worden alle luchtzakken groter. Vanuit de luchtpijp stroomt verse lucht naar de achterste luchtzakken, en vanuit de longen stroomt lucht naar de voorste luchtzakken (zie afbeelding 8.1).

Bij een uitademing stroomt lucht vanuit de voorste luchtzakken via de luchtpijp naar buiten en stroomt lucht van de achterste luchtzakken de longen in (zie afbeelding 8.2). Op deze manier stroomt er steeds lucht met veel zuurstof langs de bloedvaatjes in de longen. Door dit tegenstroomprincipe verloopt de gaswisseling sneller dan bij zoogdieren.

**Afb. 8** De werking van de longen van vogels.



## KENNIS

1

Bij dieren komen verschillende ademhalingsorganen voor.

**a** Zet achter elk dier het juiste ademhalingsorgaan.

|           |       |             |       |
|-----------|-------|-------------|-------|
| merel     | ..... | snoek       | ..... |
| ringslang | ..... | stekelbaars | ..... |
| rode mier | ..... | wesp        | ..... |

**b** Waardoor hebben eencelligen geen speciale ademhalingsorganen?

2

**a** Welk gas of welke gassen nemen de lichaamscellen van insecten op uit de lucht in de tracheeën? .....

**b** Geef twee eigenschappen van tracheeën waardoor de gaswisseling snel kan plaatsvinden.

**c** Waarom maakt een wesp die rustig op een plant zit vaak pompende bewegingen met zijn achterlijf?

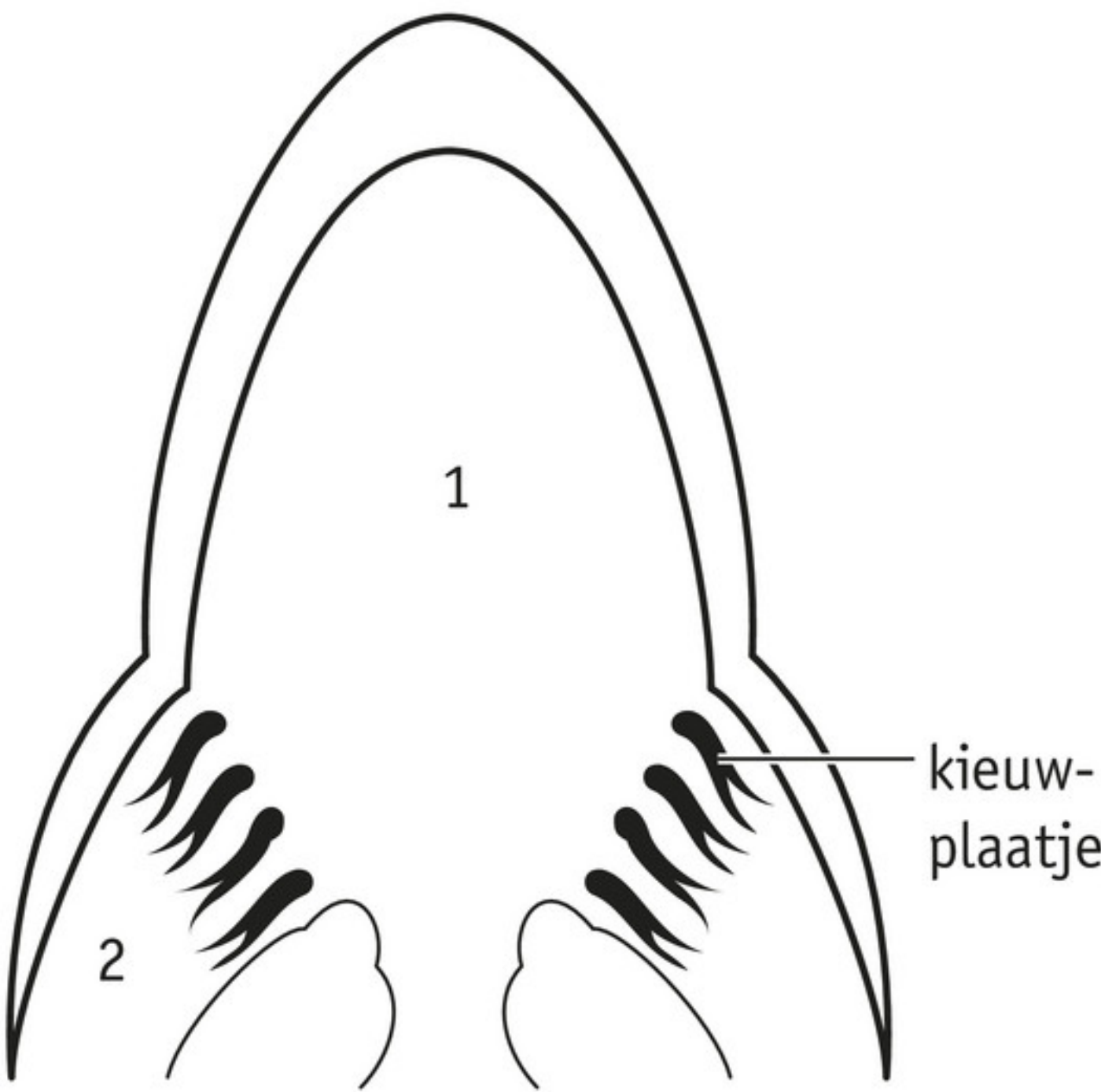


3



- In afbeelding 9 zie je een schematische tekening van de kop van een vis.
- a Geef met pijlen aan in welke richting het water langs de kieuwen stroomt.
  - b
    - Water met het hoogste zuurstofgehalte wordt aangegeven met nummer 1 / 2.
    - Water met het hoogste koolstofdioxidegehalte wordt aangegeven met nummer 1 / 2.
  - c Waardoor kan de gaswisseling bij vissen snel plaatsvinden? Geef hiervoor drie oorzaken.
  - d Welke methode zorgt er bij vogels voor dat gaswisseling snel kan plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

Afb. 9 Doorsnede van de kop van een vis.



4



**Samenvatting**  
Beschrijf hoe de gaswisseling plaatsvindt bij eencelligen, insecten, vissen en vogels en vul de tabel in. Geef bij de longen kort aan hoe ze werken.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| Zoogdier      | Vogel         |
|---------------|---------------|
| Gaswisseling: | Gaswisseling: |
| Longen:       | Longen:       |
| Luchtzakken:  | Luchtzakken:  |



## INZICHT

5

In afbeelding 10 zie je een muggenlarve. De larven van muggen leven in het water. Ze hebben een adembuis aan het achtereind van hun lichaam. De adembuis staat in verbinding met de ademhalingsorganen en gaat naar het wateroppervlak.

- a Wat voor ademhalingsorganen hebben muggenlarven? Leg je antwoord uit.
- b Neemt een muggenlarve zuurstof op uit het water of uit de lucht? Leg je antwoord uit.
- c Geeft een muggenlarve koolstofdioxide af aan het water of aan de lucht? Leg je antwoord uit.

**Afb. 10** Een muggenlarve aan het wateroppervlak.



6

Bij vissen zijn bewegingen nodig om te kunnen ademen.

- a Zet de gebeurtenissen bij de ademhaling van een vis in de juiste volgorde.

- 1 De vis neemt water op via de bek.
- ..... De kieuwdeksels gaan dicht.
- ..... De kieuwdeksels gaan open.
- ..... De kieuwdeksels zijn gesloten.
- ..... De vis beweegt de mondbodem omhoog.
- ..... De vis opent de bek.
- ..... Er stroomt opnieuw water de bek in.
- ..... Het water stroomt langs de kieuwen het lichaam uit.

- b Als een vis op het droge komt, kleven de kieuwplaatjes aan elkaar. Leg uit waarom een vis dan doodgaat door zuurstofgebrek.
- c In afbeelding 11 zie je een witte haai. Deze soort heeft geen kieuwdeksels. Leg uit waarom een witte haai nooit stil hangt in het water maar altijd zwemt.
- d Waarom is de bek van de witte haai meestal open?

**Afb. 11** De witte haai heeft geen kieuwdeksels.





7

Vogels en zoogdieren halen adem met longen.

- a** Vergelijk de richting waarin de lucht door de longen stroomt bij vogels en zoogdieren. Beschrijf de inademing en de uitademing.
- b**
- In de longen van zoogdieren stroomt de lucht in *één richting* / *twee richtingen*. Daardoor vermengen zuurstofrijke en zuurstofarme lucht zich *wel* / *niet*.
  - In de longen van vogels stroomt de lucht in *één richting* / *twee richtingen*. Zuurstofrijke en zuurstofarme lucht vermengen zich bij vogels *wel* / *niet*.
  - Zuurstof wordt het snelst in het bloed opgenomen bij *vogels* / *zoogdieren*. Vogels kunnen daardoor *meer* / *minder* energie vrijmaken dan zoogdieren.

8

Zoogdieren hebben een borstholte en een buikholte die van elkaar gescheiden zijn. Bij vogels is dat niet zo. De buikholte van een vogel is één grote ruimte.

- a** Welke belangrijke ademhalingsspier ontbreekt bij vogels?
- b** Bij het vastpakken van vogels mogen de handen de romp niet te stevig omvatten (zie afbeelding 12). Anders kunnen vogels stikken. Leg uit dat dit te maken heeft met de manier van ademen van vogels.

**Afb. 12** Zo pak je een kuiken op.



+ 9

Bij gaswisseling verplaatsen zuurstof en koolstofdioxide zich. Zuurstof gaat naar een plaats waar minder zuurstof is en koolstofdioxide naar een plaats waar minder koolstofdioxide is. De verplaatsing van de gassen kan net zo lang doorgaan totdat het gehalte aan zuurstof en koolstofdioxide op alle plaatsen gelijk is.

- a** Waarom worden het zuurstof- en het koolstofdioxidegehalte in een levend organisme nooit op alle plaatsen gelijk?
- b** Vissen en vogels maken gebruik van het tegenstroomprincipe bij hun gaswisseling. Het effect van het tegenstroomprincipe kun je nagaan door twee modellen met elkaar te vergelijken (zie afbeelding 13). Zolang het gehalte aan zuurstof niet op beide plaatsen gelijk is, kan er gaswisseling plaatsvinden. In model 1 stroomt het bloed in het bloedvat in dezelfde richting als het water; in model 2 stroomt het in tegengestelde richting. Het zuurstofgehalte is op enkele plaatsen weergegeven. Vul op de open plaatsen in afbeelding 13 het zuurstofgehalte in van het water en van het bloed.
- c** Leg uit wat het voordeel is van het tegenstroomprincipe.

**Afb. 13**

|                                     |   |    |    |    |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| water met veel zuurstof (in mg/L)   | → | 12 | 11 | 10 |   |   |   |   |   | → |
|                                     |   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |   |
| bloed met weinig zuurstof (in mg/L) | → | 4  | 5  | 6  |   |   |   |   |   | → |

1 Water en bloed stromen in dezelfde richting.

|                                   |   |    |    |    |   |   |   |   |   |                                       |
|-----------------------------------|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---------------------------------------|
| water met veel zuurstof (in mg/L) | → | 12 | 11 | 10 |   |   |   |   |   | →                                     |
|                                   |   | ↓  | ↓  | ↓  | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |                                       |
|                                   | ← | 11 | 10 | 9  |   |   |   |   |   | ← bloed met weinig zuurstof (in mg/L) |

2 Water en bloed stromen in tegengestelde richting (tegenstroomprincipe).



## SAMENHANG leefwereld

### HET VOGELBEKDIER

De eerste westerse natuuronderzoekers die een opgezet vogelbekdier (*Ornithorhynchus anatinus*) te zien kregen, dachten dat ze voor de gek werden gehouden. Ze dachten dat de lichaamsdelen van verschillende diersoorten aan elkaar waren genaaid. Zo hebben vogelbekdieren een eendensnavel. Dat is een heel gevoelig tastorgaan waarmee veranderingen in elektrische velden kunnen worden waargenomen om prooien op te sporen. Ook hebben ze zwemvliezen tussen hun tenen. De staart lijkt op een beverstaart. Hierin slaan ze bijna de helft van hun lichaamsvet op. Ze gebruiken de staart als roer, want zwemmen doen ze met hun voorpoten. Hoewel vogelbekdieren eieren leggen, zijn het toch zoogdieren. Ze ademen met longen en zijn warmbloedig. De lichaamstemperatuur schommelt tussen de 25 en 35 °C en is gemiddeld 32 °C. Dat is opvallend laag voor warmbloedige dieren.

**Afb. 14** Een zwemmend vogelbekdier.



10

Lees de tekst 'Het vogelbekdier'.

- a Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid voedsel die een vogelbekdier op een dag eet, onder andere afhankelijk is van de temperatuur van het water waarin hij zwemt en van de zwemtijd. Leg dit uit.
- b Een vogelbekdier eet waterinsecten en de larven daarvan. Omdat deze prooidiertjes niet zo groot zijn, moet een vogelbekdier daar veel van eten om voldoende voedsel binnen te krijgen. Insecten waren 300 miljoen jaar geleden veel groter. De lucht bevatte toen 35% zuurstof. Tegenwoordig bevat de lucht gemiddeld 21% zuurstof. Leg uit dat het ademhalingsstelsel van insecten ervoor zorgt dat insecten niet meer zo groot kunnen worden als 300 miljoen jaar geleden.
- c Tijdens een practicum biologie bekijkt Jerry de tracheeën en stigma's van een insect onder de microscoop. Hij ontdekt dat de stigma's zijn omgeven door haren. Wat is de functie van de haren rondom de stigma's?
- d De vacht van een vogelbekdier is ongeveer 1 cm dik en bestaat uit een onderlaag van wolharen met daaroverheen lange dekharen. De onderlaag is ook na een lang verblijf onder water nog droog. Wat is de functie van de dikke vacht?
- e Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat vogelbekdieren geen winterslaap houden maar wel tijdelijk hun lichaamstemperatuur, hartslag, ademhaling en stofwisseling kunnen verlagen. Dat heet torpor. Wat is het voordeel hiervan?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



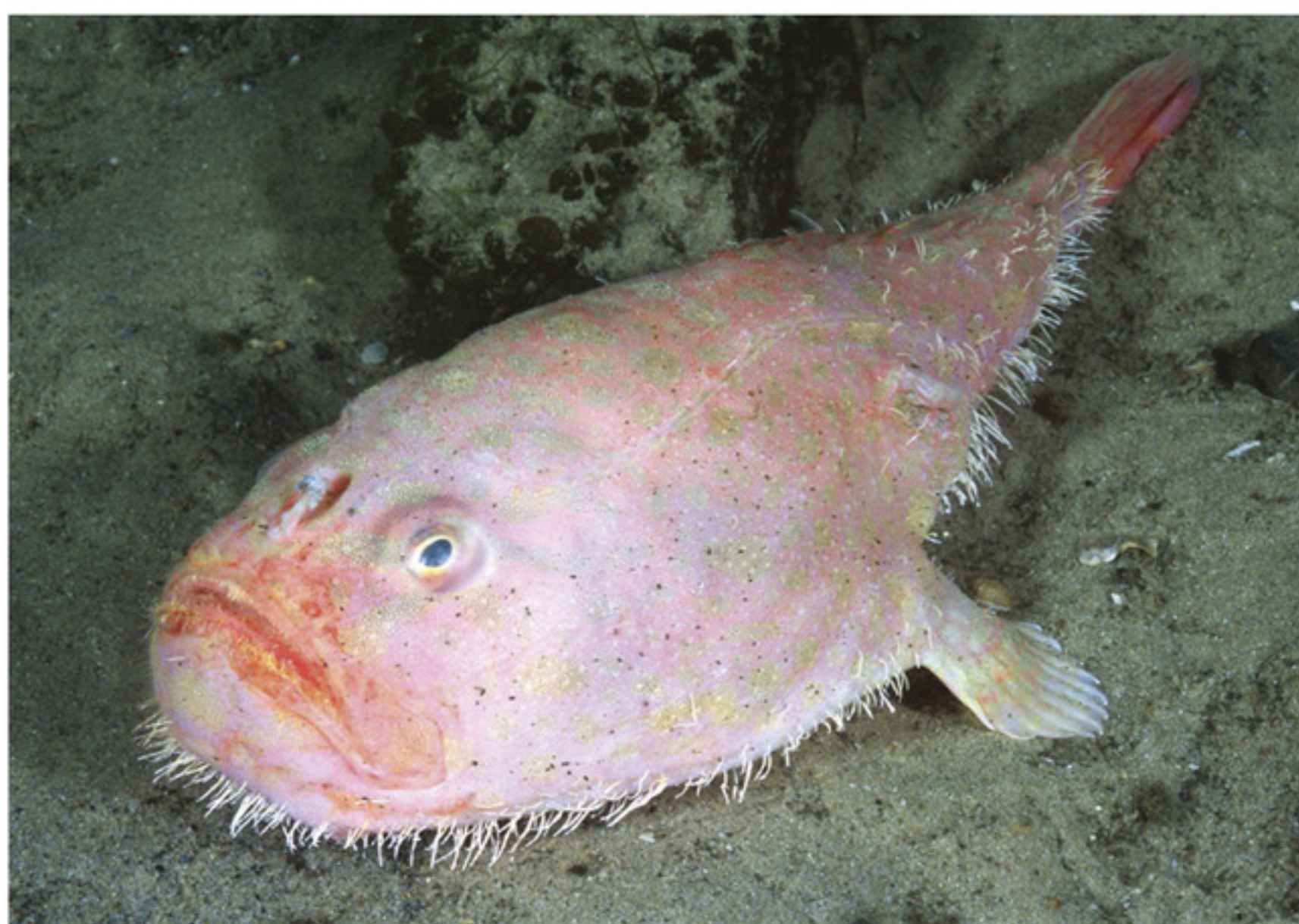
# Samenhang

## ZO RELAXED ALS EEN ROZE ZEEPAD

Urenlang filmpjes kijken is meestal een nutteloos tijdverdrijf, maar soms is het ergens goed voor. Biologe Stacy Farina en student Nicholas Long zaten beelden te kijken van verschillende soorten vissen toen ze iets vreemds zagen: de soort *Chaunax coloratus* (zie afbeelding 1) hield minutenlang zijn adem in en zwol daarbij op als een ballon. Dat was nog nooit bij een vis waargenomen. De twee onderzoekers vroegen zich af wat de reden zou kunnen zijn voor dit bijzondere gedrag.

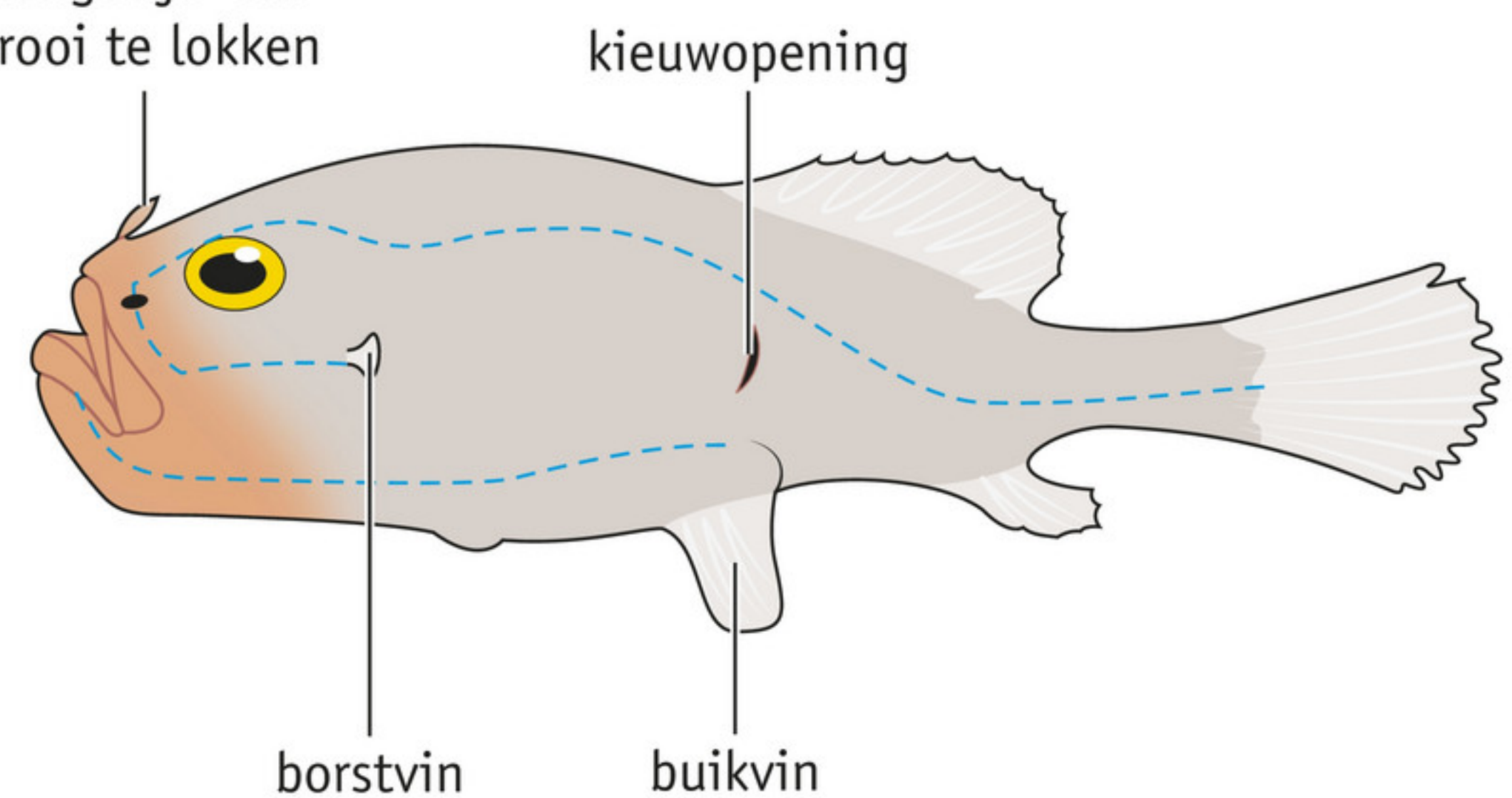
*Chaunax coloratus* leeft op de zeebodem, tot op wel 2,5 km diepte. Het is daar donker en koud, constant rond de 3 °C. De diepzeevis heeft een aantal handige eigenschappen waardoor hij in deze vijandige omgeving kan overleven. Zo bezit het plompe dier stevige buikvinnen waarmee hij over de oceaانبodem kan hobbelen. Vandaar zijn Engelse bijnaam 'sea toad' (zeepad). Op zijn kop heeft hij een soort hengeltje om prooien zoals octopussen, vissen en wormen te lokken (zie afbeelding 2).

**Afb. 1** Zeepad (*Chaunax coloratus*).



**Afb. 2**

'hengeltje' om  
prooi te lokken



## OPBLAASBARE KIEUWHOLTEN

Stacy en Nicholas hadden veel geduld nodig bij het kijken naar de zeepadfilmpjes. Zeepadden zijn namelijk erg traag. Ze eten slechts een paar keer in de maand en ademen heel langzaam, rond de twee inademen per minuut. Hun geduld werd echter beloond toen ze een roze zeepad een enorme slok water zagen nemen, waarna hij opzwol als een ballon. Vervolgens duurde het minuten voordat de vis weer uitademde. Om te achterhalen hoe de zeepad zo lang zijn adem kan inhouden, sneden de biologen een exemplaar op sterk water uit een museum open. Ze ontdekten dat de vis enorme opblaasbare kieuwholten heeft, in verhouding misschien wel de grootste die ze ooit hadden gezien. Vandaar dat de zeepad zoveel water kan opnemen. Ook een ander dier, de kogelvis, zwelt op door water op te zuigen, maar die slaat het water op in zijn rekbare maag in plaats van in zijn kieuwholten.

## WATERBALLON

Een mogelijke verklaring voor het opzwellen is dat de zeepad daardoor, net als de kogelvis, minder kans heeft om te worden opgegeten door een roofdier. Vergelijk het met een gevulde waterballon: die zijn nog best wel moeilijk kapot te krijgen. Een andere mogelijkheid is dat de zeepad zo lang zijn adem inhoudt om energie te besparen. Als deze laatste verklaring klopt, zijn er op aarde waarschijnlijk maar weinig dieren die relaxter zijn dan een zeepad.



## OPDRACHTEN

1

Zeepadden leven op de zeebodem, tot op 2,5 km diepte.

- a Hoe komt glucose, afkomstig van planten, bij een zeepad terecht?
- b Waarom hoeft een zeepad zo weinig te eten om te overleven?
- c Wat verwacht je over het aantal mitochondriën in spieren van de zeepad?
- d Noteer twee gedragingen waarvoor een zeepad glucose nodig heeft.
- e Doen zeepadden een winterslaap, denk je? Leg je antwoord uit.

2

- a Waardoor bespaart een zeepad energie als hij zijn adem inhoudt?
- b Een liter water bevat veel minder zuurstof dan een liter lucht, en water is moeilijker in te slikken dan lucht. Ademhalen kost vissen daardoor relatief *meer* / *minder* energie dan mensen.
- c Een van de verklaringen voor het inhouden van de adem door de zeepad is dat het energie bespaart.  
Waarom is deze strategie alleen mogelijk bij 'luie' dieren?
- d Noteer twee verschillen tussen ingeademd en uitgedemd water door een zeepad.

3

Een zeepad heeft geen kieuwdeksels, maar spleetjes die geopend en gesloten kunnen worden.

- a Noteer nog twee manieren waarop je kunt zien dat een zeepad zijn adem inhoudt.
- b Vergelijk de zeepad in afbeelding 2 met de vis in afbeelding 3 van basisstof 6.  
Wat valt op aan de positie van de kieuwopening?
- c Als een mens bij een inademing net zo zou opzwellen als een zeepad, zou dat betekenen dat je longen je hele buik innemen. De longen van een mens kunnen niet zo groot worden.  
Waardoor niet?
- d Als een zeepad zijn adem inhoudt, vindt er *wel* / *geen* ademhaling plaats en *wel* / *geen* verbranding.
- e Heeft een zeepad een neusslijmvlies, denk je?



# 7 Roken en blowen

## LEERDOEL

1.7.12 Je kent de mogelijke gevolgen van verslaving aan roken en blowen.

| TAXONOMIE  | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|------------|------------------------|
|            | 1.7.12                 |
| Onthouden  | 2c                     |
| Begrijpen  | 1, 2bd, 3a, 4a         |
| Toepassen  | 2a, 3b, 4b, 5          |
| Analyseren | 4c                     |

**Door voorlichting over roken weet iedereen dat roken slecht is voor de gezondheid. Toch rookt nog steeds ongeveer een kwart van de Nederlandse bevolking.**

## TABAKSROOK

Mensen die roken, leven korter dan niet-rokers. Door roken kun je hart- en vaatziekten en longziekten krijgen. De twee belangrijkste longziekten zijn COPD, een ongeneeslijke ontsteking van de luchtwegen, en longkanker. De stoffen in rook tasten het smaak- en het reukzintuig aan. Rokers kunnen daardoor minder goed proeven en ruiken. Roken verhoogt ook de kans op allerlei andere ziekten, zoals oogziekten, darmontstekingen, dementie en reuma.

**Nicotine** is de stof in sigaretten die ervoor zorgt dat mensen verslaafd raken aan roken. Nicotine heeft zowel lichamelijke als psychische effecten. Nicotine heeft een opwekkend effect. Het zorgt voor een verhoging van de hartslag en de bloeddruk. Hierdoor overlijden meer rokers aan hart- en vaatziekten dan niet-rokers.

**Teer** in tabaksrook beschadigt de binnenkant van de luchtwegen. Trilhaarcellen raken beschadigd, waardoor het slijm minder goed kan worden afgevoerd. Rokers hoesten veel ('rokershoest') en hebben sneller een infectie aan de luchtwegen. In de teer zitten kankerverwekkende stoffen. Teer veroorzaakt ook de bruine aanslag op de vingers en tanden van rokers.

**Koolstofmonoxide** is een reukloos gas. Als je koolstofmonoxide inademt, wordt het opgenomen in je bloed. Daardoor is er in het bloed minder 'plaats' voor zuurstof. De cellen in het lichaam kunnen dan te weinig zuurstof krijgen.

**Afb. 1** Dit doet roken met je gebit.





Niet alleen rokers krijgen de schadelijke stoffen binnen. Als je in een omgeving bent waar wordt gerookt, adem je de rook in van brandende sigaretten en rook die door anderen is uitgeblazen. Dit heet **passief roken** of **meeroken**. Niet-rokers kunnen daardoor dezelfde ziekten krijgen als rokers. Om mensen te beschermen tegen passief roken, is het verboden te roken in openbare ruimten, in het openbaar vervoer, op de werkplek en op scholen.

### E-SIGARET, SHISHAPEN EN WATERPIJP

Elektronische sigaretten verdampen een vloeistof die nicotine en een smaakstof bevat. Een shishapen is een elektronische sigaret, maar dan (meestal) zonder nicotine. Een oplaadbare sigaret lijkt op een e-sigaret, maar dit apparaat verhit een tabaksstick. Ook bij deze vormen van elektronisch roken komen schadelijke stoffen vrij. Schadelijke stoffen in e-sigaretten zijn onder andere nicotine, metalen en stikstofverbindingen. Inademing hiervan kan leiden tot schade aan de luchtwegen, hartkloppingen en een verhoogde kans op kanker.

Bij het roken van een waterpijp (shisha) komt tot wel dertig keer meer koolstofmonoxide vrij dan bij het roken van sigaretten. Dat kan tot een koolstofmonoxidevergiftiging leiden. De symptomen daarvan zijn hoofdpijn, misselijkheid, duizeligheid en vermoeidheid. Bij langere blootstelling kun je door zuurstofgebrek in de hersenen het bewustzijn verliezen en zelfs overlijden.

### WAAROM ROKEN MENSEN EIGENLIJK?

Roken is een verslaving. Als je af en toe een sigaret rookt, ontstaat al snel een behoefte aan nicotine. Je gaat dan steeds sterker naar een sigaret verlangen: je bent **geestelijk afhankelijk**. Een roker heeft steeds meer nicotine nodig om zich prettig te voelen. Dit noem je **gewenning**. Vervolgens wordt het steeds moeilijker om te stoppen. Het lichaam begint als het ware te protesteren als er niet wordt gerookt. Dit noem je ontwenningssymptomen. Je bent dan **lichamelijk afhankelijk** – ofwel verslaafd.

In de vorige eeuw werd roken vaak nog stoer gevonden. Inmiddels weten de meeste mensen wel hoe ongezond een rookverslaving is. Daardoor verandert het imago van roken. Immers: je adem, haren en kleren stinken naar rook, je huid wordt dof en roken kost veel geld. Waarom zou je daaraan beginnen?

In afbeelding 3 staan tips waarmee je een sigaret kunt weigeren.

**Afb. 2** Gewoon niet aan beginnen!





**Afb. 3****Nee zeggen doe je zo**

Iemand biedt jou een sigaret aan. Je wilt de ander niet kwetsen. En je wilt ook geen ruzie. Maar verslaafd raken – dat zeker niet. Dus zeg je nee.

**Weigeren**

Zeg eerst nee en geef daarna pas een reden. Zeg bijvoorbeeld dat je niet rookt. *‘Nee, je weet toch dat ik niet rook.’* Zeg dit vriendelijk maar duidelijk, en kijk de ander aan. Misschien reageert de ander teleurgesteld. Dat kan, maar laat je niet manipuleren.

**Negeren**

Blijft iemand aandringen, dan mag je best zeggen dat je dat vervelend vindt. Je kunt diegene ook negeren. Praat door over een ander onderwerp. Na een tijdje komt de boodschap wel over.

**Weggaan**

Als dat niet helpt, kun je altijd nog gewoon weglopen. Als jij geen zin hebt om te roken of om in de rook van iemand anders te staan, dan kun je ergens anders gaan staan of meelopen met iemand die weggaat.

*Naar: Kun jij nee zeggen? Smoke Alert, Maastricht University en Stivoro.*

**CANNABIS**

Cannabisproducten, zoals hasj en wiet, zijn afkomstig van de hennepplant: *Cannabis sativa* (zie afbeelding 4).

De psychoactieve stof in cannabis (de stof waar je stoned of high van wordt) is **THC** (tetrahydrocannabinol). THC zit vooral in onbevuchte vrouwelijke bloemtoppen van de plant. In industriële hennep, zoals de planten waar vezels voor kleding van worden gemaakt, zit geen THC.

In wiet en hasj zitten naast THC nog zo’n vijfhonderd andere stoffen. De belangrijkste is **CBD** (cannabidiol). Deze stof heeft zelf geen psychoactief effect, maar beïnvloedt wel de werking van THC.

**Afb. 4** Bloemtoppen van cannabis (wiet).



Cannabis wordt meestal gerookt (in een joint of in een pijp), maar soms gegeten (spacecake of druppels) of ingeademd na verdampen. Bij het roken van een joint komt er tot vijf keer meer teer in de longen dan bij het roken van een sigaret. Blowen is dus erg schadelijk voor de luchtwegen. Het gebruik van cannabis in het verkeer is strafbaar.

**EFFECTEN VAN CANNABIS**

De kortetermijneffecten van cannabis zijn afhankelijk van de soort wiet of hasj. Cannabis verandert het bewustzijn. Van sommige soorten word je **stoned** (lui, ontspannen), van andere juist **high** (energiek, vrolijk). De lichamelijke effecten zijn onder andere een versnelde hartslag, lagere bloeddruk, hoofdpijn, duizeligheid, slaperigheid, angst, verminderde concentratie en geheugenproblemen.

Op de lange termijn zorgt cannabisgebruik voor verslaving, slapeloosheid, somberheid en concentratieproblemen. Cannabis verhoogt de kans op een psychische stoornis, zoals depressie en angstklachten. Bij een bepaalde aanleg in je DNA kan schizofrenie ontstaan. Dat is een ernstige psychiatrische ziekte waarbij iemand het contact met de werkelijkheid verliest.



## OPDRACHTEN

1

Hier staan kenmerken van drie bestanddelen van tabaksrook.

**a** Combineer elk kenmerk met het juiste bestanddeel.

- |                                      |                       |                                          |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| A is reuk- en smaakloos              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 koolstofmonoxide |
| B is verslavend                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 nicotine         |
| C vermindert de conditie             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 teer             |
| D vermindert het transport van slijm | <input type="radio"/> |                                          |
| E veroorzaakt hart- en vaatziekten   | <input type="radio"/> |                                          |
| F veroorzaakt kanker                 | <input type="radio"/> |                                          |

**b** Wanneer iemand die niet rookt voor het eerst een sigaret opsteekt, wordt hij duizelig. Door welk bestanddeel in de rook wordt dit veroorzaakt? Leg je antwoord uit.

**c** Rokers hebben meer kans om bepaalde ziekten te krijgen.

Noteer drie van deze ziekten.

2

Er zijn veel gezinnen waarbij één of beide ouders roken. Kinderen met ouders die roken, hebben een grotere kans dat ze zelf gaan roken dan kinderen van ouders die niet roken.

**a** Bedenk hiervoor twee verklaringen.

**b** Hebben kinderen van ouders die roken een grotere kans op het krijgen van longkanker dan kinderen van ouders die niet roken? Leg je antwoord uit.

**c** Hoe noem je het als iemand tabaksrook inademt die door anderen is uitgeademd?

**d** Geef een maatregel die niet-rokers beschermt tegen passief roken.

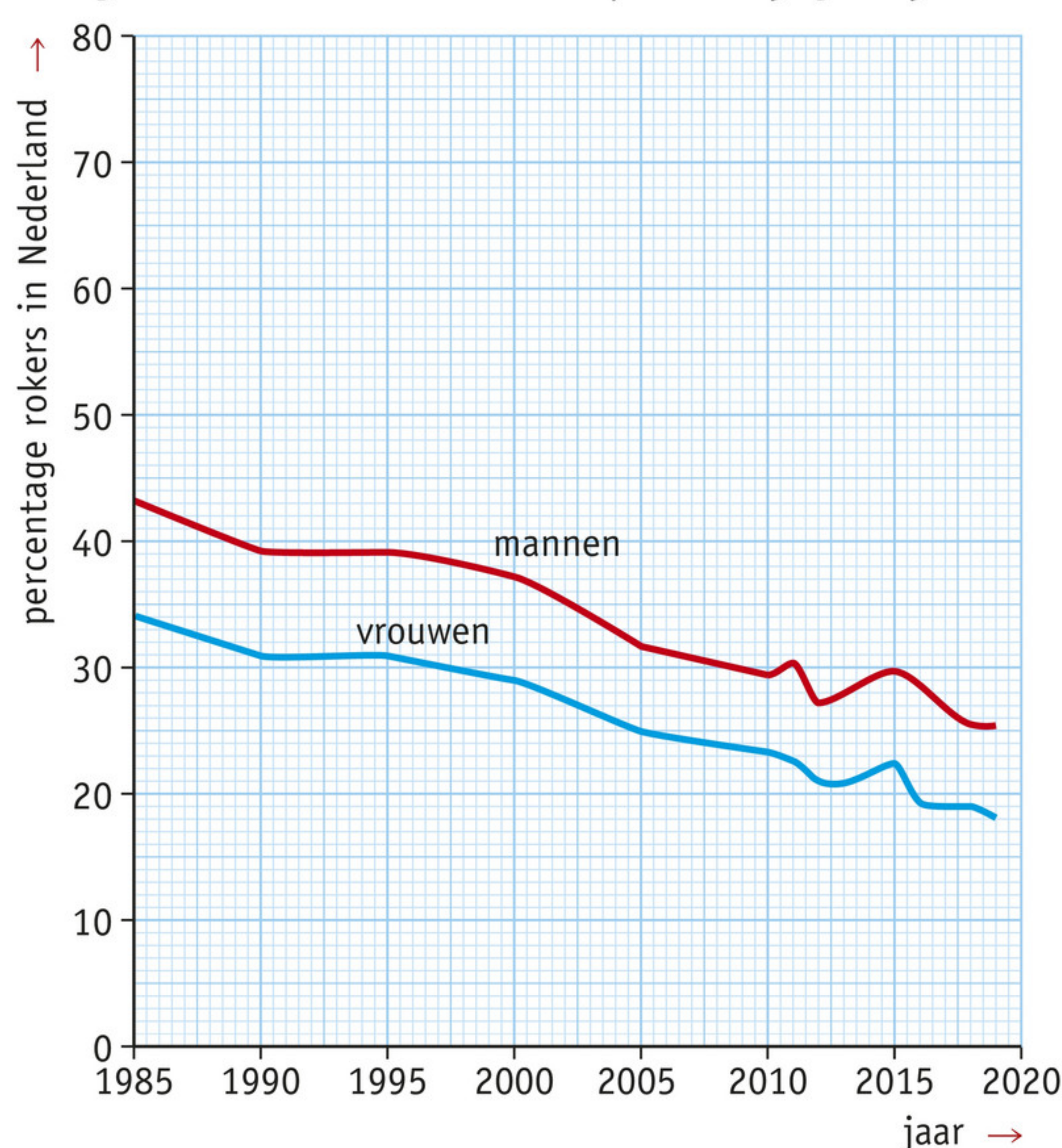
3

In het diagram van afbeelding 5 zie je welk percentage van de Nederlandse bevolking rookt. Het diagram geeft dit weer voor de periode 1985–2019.

**a** Hoeveel procent van de Nederlandse mannen rookte in 2019? En hoeveel procent van de Nederlandse vrouwen?

**b** Met hoeveel procent is het aantal rokende mannen sinds 1985 afgenomen?

**Afb. 5** Rokers in Nederland in de periode 1985-2019.



Bron: Gezondheidsenquête/Leefstijlmonitor CBS  
i.s.m. RIVM en Trimbos-instituut



4

- a Leg uit waarom cannabis slecht is voor school- en werkprestaties.
- b Leg aan de hand van de effecten van cannabis uit waarom mensen met hartproblemen geen cannabis moeten gebruiken.
- c Joeri zegt dat je door veel cannabis te gebruiken allerlei dingen kunt gaan zien die er niet zijn en dat je zomaar bang kunt worden dat je achtervolgd wordt, terwijl er helemaal niets aan de hand is.  
Klopt dat? Leg je antwoord uit.

5

Lees de tekst 'Erwin (17) blowt al twee jaar' in afbeelding 6.  
Maak met een groepje van maximaal vier leerlingen een presentatie (bijvoorbeeld met PowerPoint of Prezi) over cannabisgebruik. Gebruik daarbij afbeelding 6 en zoek informatie op internet.

Behandel in de presentatie in elk geval de volgende aspecten:

- redenen waarom iemand cannabis gebruikt
- de problemen van cannabisgebruik
- wat iemand kan doen om de cannabisproblemen op te lossen

#### Afb. 6

##### Erwin (17) blowt al twee jaar

'Als ik 's avonds thuiskom, dan verveel ik me erg. Blowen helpt mij die verveling tegen te gaan. Ik voel me dan ook minder verdrietig. Mijn ouders blijven maar zeuren. Ze maken zich zorgen. Ik zie mijn familie en vrienden steeds minder.

Ik heb mijn oude vriendengroep ingeruild voor nieuwe vrienden die ook graag blowen. Wiet roken kost veel geld. Sinds ik dagelijks blow, kan ik me steeds slechter concentreren en kom ik tot niets meer. Ik voel me vaker lusteloos en somber. Op school gaat het slecht. Ik kom ook vaak te laat.'

Naar: [www.cannabisdebaas.nl](http://www.cannabisdebaas.nl).



 Ga naar de *Flitskaarten*.



# 8 De stembanden

## LEERDOEL

1.8.13 Je kunt de bouw en werking van de stembanden beschrijven.

► Practicum 11

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |        |
|------------|--------------------------|--------|
|            | 1.8.13                   | 1.3.6* |
| Onthouden  | 1abd                     | 1a     |
| Begrijpen  | 1c                       |        |
| Toepassen  | 1e                       |        |
| Analyseren | 1f                       |        |

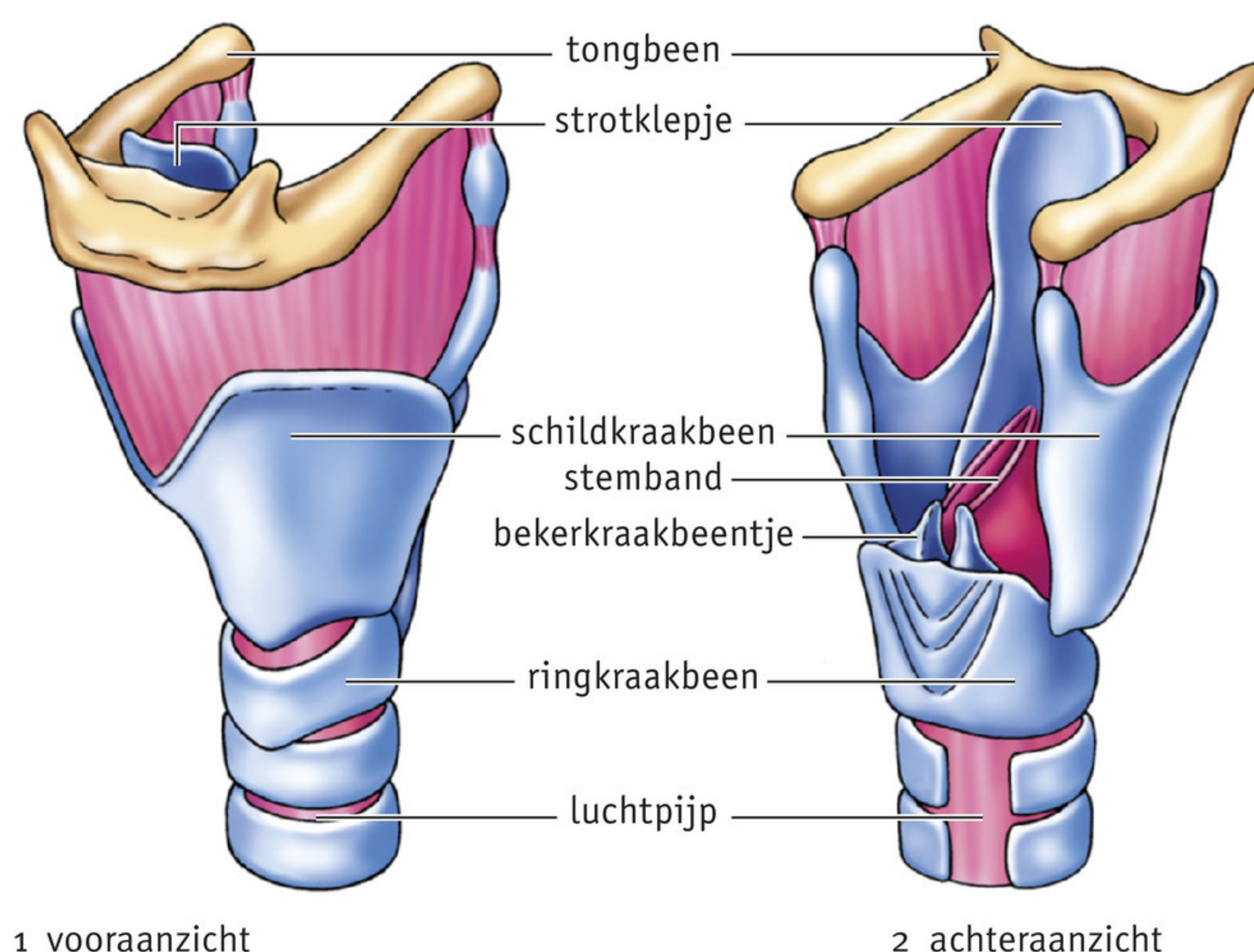
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**De mond- en keelholte en de luchtpijp gebruik je niet alleen om adem te halen, maar ook om te praten. De stembanden liggen in het strottenhoofd.**

## STROTTEHOOFD

Aan de voorkant van het strottenhoofd bevindt zich het **schildkraakbeen** (zie afbeelding 1). Dit is in je hals te voelen (de ‘adamsappel’). Achter het schildkraakbeen liggen de **stembanden**. Dat zijn twee vliezen die in trilling kunnen worden gebracht. Aan de bovenkant van het strottenhoofd bevindt zich het **tongbeen**. Hieraan zijn onder andere spieren bevestigd die de tong bewegen.

**Afb. 1** Het strottenhoofd.



1 vooraanzicht

2 achteraanzicht

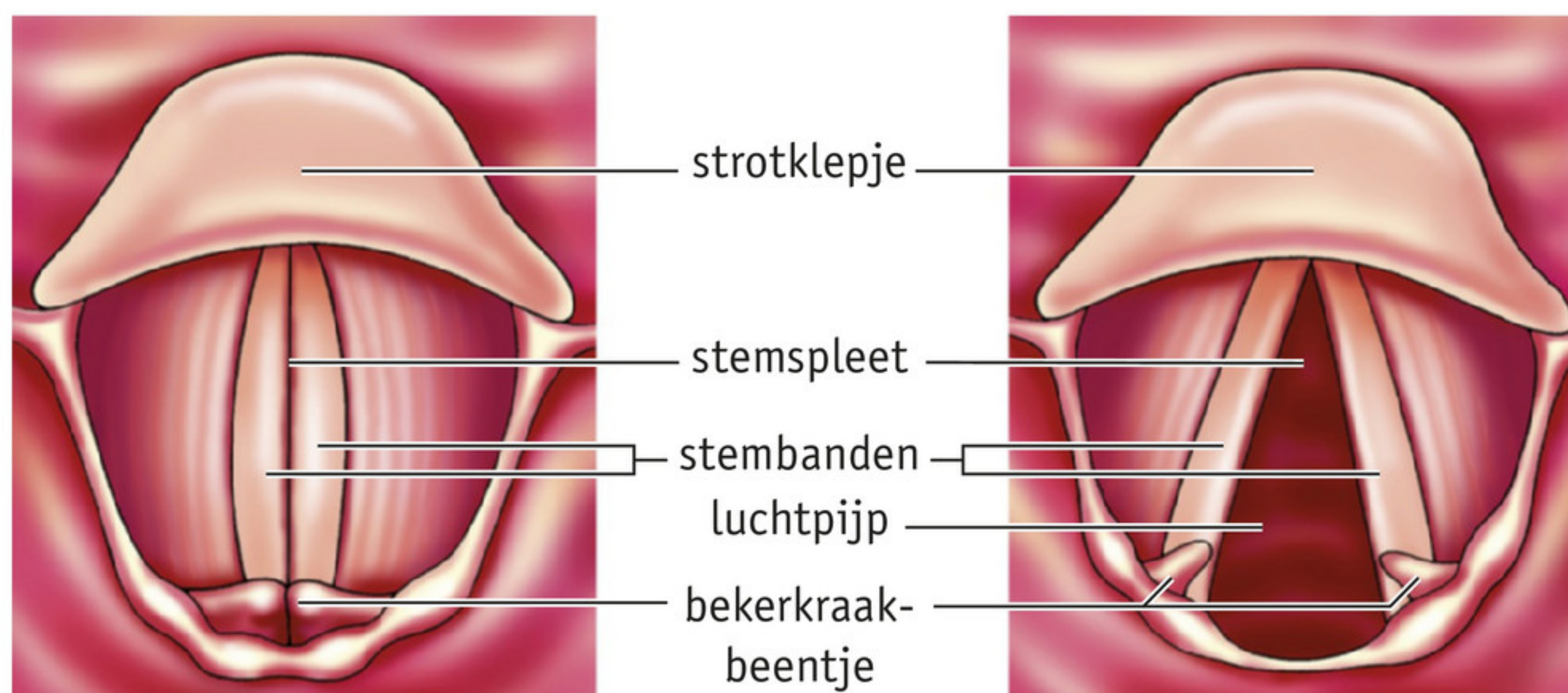


## STEMBANDEN

In het strottenhoofd bevinden zich twee kleine **bekerkraakbeentjes**. Tussen de bekerkraakbeentjes en het schildkraakbeen liggen de stembanden (zie afbeelding 2). De bekerkraakbeentjes maken het mogelijk dat de stembanden naar elkaar toe of van elkaar weg bewegen. De **stemspleet** wordt hierdoor nauwer of wijder.

Als je geluid wilt maken, breng je de stembanden dicht bij elkaar. De lucht die er bij het ademen langs stroomt, brengt de stembanden in trilling. Er ontstaat geluid. Als de stembanden strakgespannen staan, trillen ze sneller en is het geluid hoger. Om van dit geluid herkenbare klanken te maken, zijn de stand van de tong, tanden en lippen en de vorm van de mondholte belangrijk.

**Afb. 2** De stembanden.



## OPDRACHT

1

- Welk deel van het strottenhoofd kunnen mannen in hun hals voelen als de 'adamsappel'?
- Op welke manier ontstaat geluid in het strottenhoofd?
- Welke functie hebben de bekerkraakbeentjes bij het maken van verschillende toonhoogten?
- Hoe wordt het geluid omgezet in herkenbare klanken?
- Waarvan is het volume (hardheid) van je stem afhankelijk, denk je?
- Tijdens het praten hoor je verschil tussen de klinkers a, e, i, o en u. Worden de verschillen veroorzaakt door de stand van je stembanden? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *Flitskaarten*.



# Leren onderzoeken

1

## DISCUSSIE

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 1.O.14 en 1.O.15

### STAPPEN VAN EEN ONDERZOEK: HERHALING

In tabel 1 zie je nog eens de eerste zes stappen van een natuurwetenschappelijk onderzoek.

**Tabel 1** Stappen van natuurwetenschappelijk onderzoek.

| Stap in het onderzoek | Beschrijving                                                                                                         |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Onderzoeksvraag     | De vraag waar je antwoord op wilt vinden.                                                                            |
| 2 Hypothese           | Een mogelijk antwoord op de onderzoeksvraag.                                                                         |
| 3 Werkplan            | Een stappenplan dat beschrijft wat je gaat doen om de hypothese te toetsen, inclusief een lijstje met benodigdheden. |
| 4 Uitvoering          | Het verzamelen van de benodigdheden en het uitvoeren van het werkplan.                                               |
| 5 Resultaten          | Het bestuderen van de resultaten, verwerkt in een of meer tabellen en/of diagrammen.                                 |
| 6 Conclusie           | Het antwoord op de onderzoeksvraag.                                                                                  |

### STAP 7: DISCUSSIE

De laatste stap van een natuurwetenschappelijk onderzoek is de **discussie**. In deze stap doe je twee dingen. Eerst vergelijk je de conclusie met de hypothese, om te beoordelen of de hypothese wordt bevestigd. Vervolgens kijk je kritisch naar je onderzoek. Dit doe je om te bepalen hoe zeker je bent van je resultaten.

Als de conclusie overeenkomt met de hypothese, dan kun je zeggen dat de hypothese is **bevestigd**.

Als de conclusie anders is dan de hypothese, dan zeg je dat de hypothese is **verworpen**. Dat betekent dat de hypothese niet juist was. Om alsnog het antwoord op de onderzoeksvraag te vinden, bedenk je dan een nieuw onderzoek.

Wanneer de hypothese is verworpen, probeer je daar een verklaring voor te vinden. Daarvoor kijk je kritisch naar je onderzoek. Je bekijkt of alles volgens het werkplan verliep, of je nauwkeurig hebt gewerkt en of het werkplan in orde was. Aan de hand hiervan beoordeel je hoe betrouwbaar de resultaten zijn. Je probeert zo veel mogelijk verklaringen te vinden waarom de hypothese niet is bevestigd.

Ook als de hypothese is bevestigd, kijk je nog eens kritisch naar je onderzoek. Bij een natuurwetenschappelijk onderzoek is het belangrijk om zeker te weten dat de resultaten betrouwbaar zijn.



OPDRACHTEN

1

Sommige natuurwetenschappelijke onderzoeken hebben geen hypothese. Waarom is het dan toch nuttig om de stap ‘discussie’ uit te voeren?

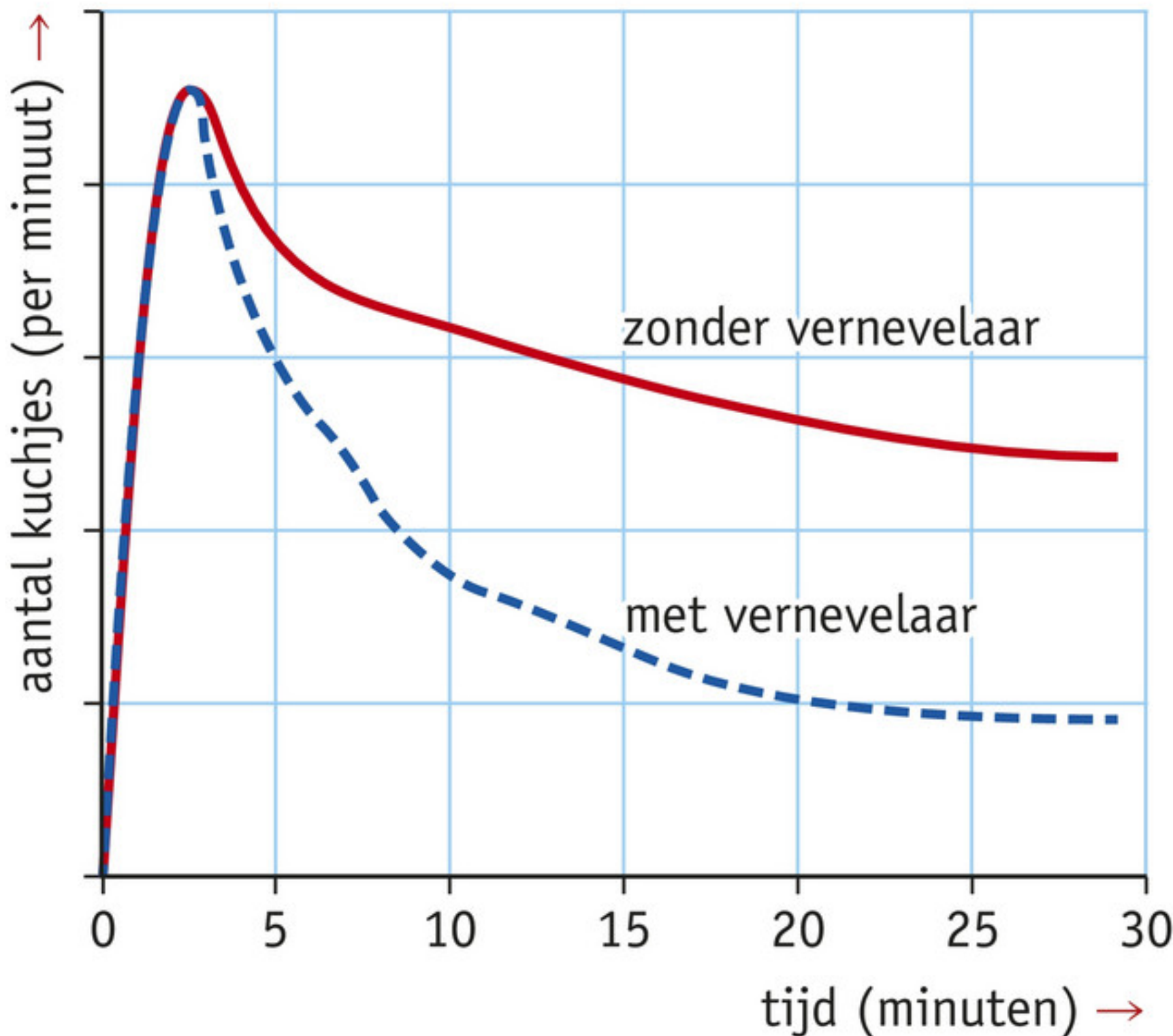
2

Veel schaatsers hebben last van hoesten na het rijden van de 1500 meter. Dit staat bekend als het 1500 meterkuchje. Het 1500 meterkuchje wordt veroorzaakt doordat schaatsers tijdens de 1500 meter diep ademhalen door hun mond. De koude, droge lucht irriteert het slijmvlies in de luchtwegen.

In afbeelding 1 is een onderzoek weergegeven over het verminderen van deze klachten.

- a Noteer de conclusie van dit onderzoek in de tabel.
- b Komt de hypothese overeen met je conclusie? *ja / nee*
- c Waarom kun je de betrouwbaarheid van de resultaten niet beoordelen?

Afb. 1

| ONDERZOEK       | 1500 METERKUCHJE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Hoe kunnen de klachten na het rijden van de 1500 meter worden verminderd?                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Hypothese       | Door na het rijden van de 1500 meter vochtig gemaakte lucht in te ademen, nemen de hoestklachten af.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Werkwijze       | Een groep van zestien geoefende schaatsers doet mee aan een officiële schaatswedstrijd over 1500 meter. Direct na de wedstrijd krijgt de helft van de groep een vernevelaar die de longen extra bevochtigt. De andere helft krijgt dat niet. Gedurende de eerste dertig minuten na de race wordt het hoesten van de schaatsers gemeten. |
| Resultaten      | <div>De resultaten van de metingen zijn uitgezet in het diagram.</div> <div></div>                                                                                                                                                                  |
| Conclusie       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



3

In afbeelding 2 is een onderzoek weergegeven naar de invloed van licht op de intensiteit van de fotosynthese bij twee verschillende planten: zonplanten en schaduwplanten. De intensiteit van de fotosynthese is een maat voor de groeisnelheid van planten.

Lees de onderzoeksvraag in afbeelding 2.

- Formuleer een hypothese en noteer die in de tabel. Geef een korte uitleg bij je hypothese.
- Lees de rest van het onderzoek in afbeelding 2.  
Welke conclusie kun je uit dit onderzoek trekken? Noteer die in de tabel.
- Zijn er verschillen tussen je hypothese en je conclusie? Zo ja, wat zijn de verschillen?
- Komt je hypothese overeen met je conclusie? *ja / nee*  
De hypothese is dus *bevestigd / verworpen*.

**Afb. 2**

| ONDERZOEK       | DE INVLOED VAN LICHT OP DE INTENSITEIT VAN DE FOTOSYNTHESE                                                                                                                                                                         |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Neemt de intensiteit van de fotosynthese altijd bij alle planten toe bij een grotere hoeveelheid licht?                                                                                                                            |
| Hypothese       |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Werkwijze       | Bij een groep zonplanten wordt bij verschillende hoeveelheden licht de intensiteit van de fotosynthese gemeten. Dit wordt herhaald met een vergelijkbare groep schaduwplanten. De meetgegevens worden uitgezet in een lijndiagram. |
| Resultaten      |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Conclusie       |                                                                                                                                                                                                                                    |

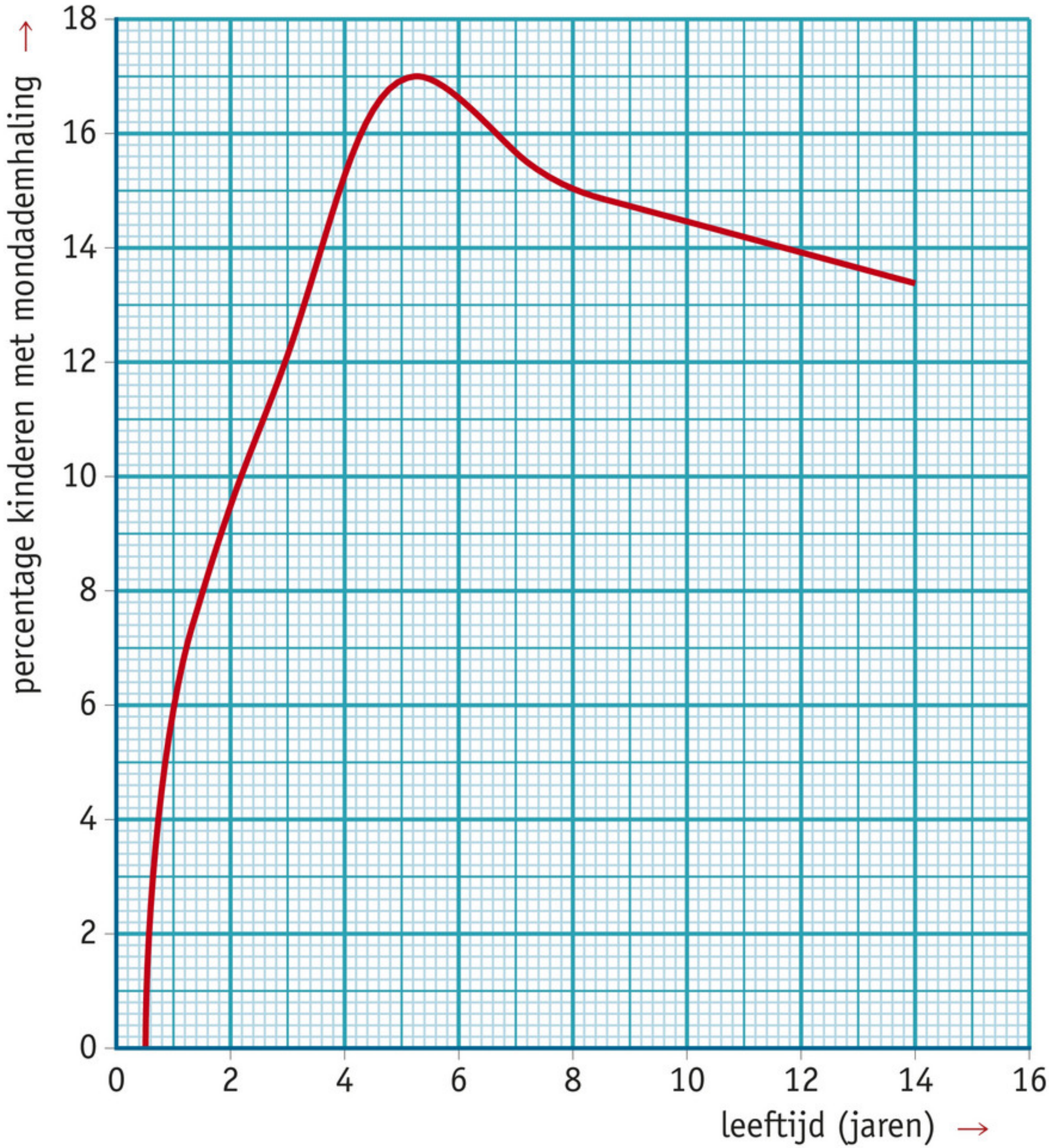


4

Bij een verstopte neus moet je soms door de mond ademen. Sommige mensen ademen echter altijd door hun mond. Dit noem je habitueel mondademen. Uit een onderzoek is gebleken dat kinderen die habitueel mondademen, vaker ontstekingen van de luchtwegen hebben dan kinderen die door de neus ademen. Daarom willen onderzoekers erachter komen hoe vaak habitueel mondademen voorkomt bij kinderen. In afbeelding 3 zie je de uitvoering van dit onderzoek. Na het uitvoeren van het onderzoek blijkt dat sommige ouders niet elke avond een spiegel voor de mond van hun slapende kind hebben gehouden, omdat ze het waren vergeten.

Wat kun je zeggen over de betrouwbaarheid van het onderzoek? Beoordeel het werkplan en de uitvoering.

Afb. 3

| ONDERZOEK       | HABITUEEL MONDADEMEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Hoe vaak komt habitueel mondademen bij kinderen voor?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Werkwijze       | Bij 450 kinderen, die in leeftijd varieerden van 0,5 tot 14 jaar, werd de mondademhaling vastgesteld door het laten beslaan van een koude metalen spiegel voor de mond van het slapende kind. Dit werd gedurende een week, één keer per avond gedaan door de ouders van de kinderen. Als de spiegel elke avond besloeg, was sprake van habitueel mondademen. De kinderen werden in leeftijdsgroepen ingedeeld en het resultaat werd weergegeven als percentage van het totaal. |
| Resultaten      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Conclusie       | Tussen 2 en 14 jaar varieert het percentage kinderen dat habitueel mondademt tussen de 9,5% en 17%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |



5

Lees de tekst 'Astma in de achtbaan' in afbeelding 4.

- a Wat is de conclusie van dit onderzoek?
- b Aan het onderzoek deden in totaal veertig studenten mee: vijftientig studenten met astma en vijftien zonder astma.  
Op welke twee manieren kun je het werkplan verbeteren om de betrouwbaarheid van de resultaten te vergroten?

**Afb. 4**

**Astma in de achtbaan**

In 2010 hebben de Nederlandse onderzoekers Simon Rietveld en Ilja van Beest een prijs gewonnen voor een onderzoek dat je eerst laat lachen en daarna aan het denken zet. Zij onderzochten de invloed van 'gezonde spanning' op astma. Gezonde spanning is bijvoorbeeld de spanning die een kind voelt voor zijn verjaardag. Volgens de onderzoekers is dit dezelfde soort spanning die je voelt als je een ritje maakt met een achtbaan. Door de gezonde spanning vergeet iemand dat hij astma heeft.

Om dit te onderzoeken, lieten ze vijftientig studenten met astma en vijftien zonder astma een rit maken met een achtbaan. Voorafgaand aan de rit waren de studenten een beetje zenuwachtig. Degenen met astma klaagden over benauwdheid. Dat ze zenuwachtig waren, bleek onder andere uit een verhoogde hartslag, maar ze hadden geen verschijnselen van een astma-aanval. Na afloop van het ritje met de achtbaan waren de studenten blij en hadden ze veel plezier. Degenen met astma klaagden nu niet over benauwdheid, maar hun longfunctie bleek wel lager te zijn. Het rijden in de achtbaan had wel een astma-aanval veroorzaakt, maar dit merkten de studenten niet. Volgens de onderzoekers zouden mensen met astma onbewust denken dat als ze zich goed voelen, ze geen astma-aanvallen kunnen hebben, want tijdens een astma-aanval voelen ze zich slecht. Het omgekeerde zou dan ook waar zijn. Als ze zich slecht voelen, zal dat wel komen door een astma-aanval en dus hebben ze het benauwd.





## 2

## LUCHT

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 1.O.16 en 1.O.17 | ► Practica 1, 2, 3, 4 en 5

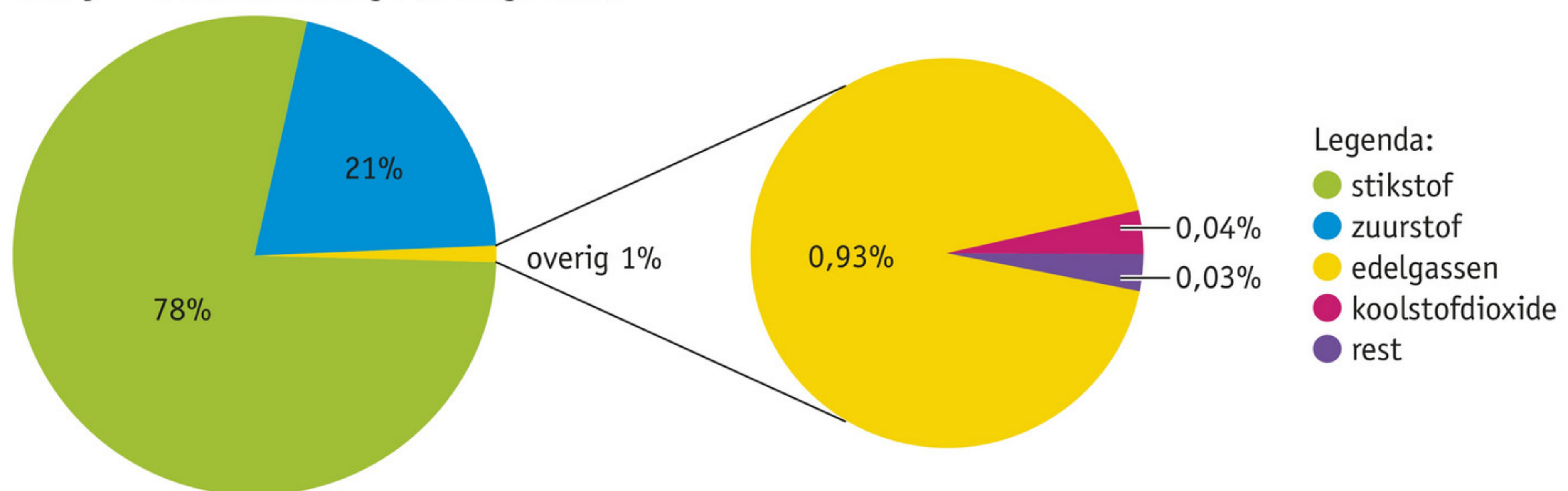
**SAMENSTELLING VAN LUCHT**

Lucht bestaat uit verschillende gassen. De gassen in lucht kun je niet zien.

Lucht bestaat voor het grootste deel uit stikstof en zuurstof. Verder zitten in lucht edelgassen en een klein beetje koolstofdioxide. In de lucht zit ook altijd waterdamp, maar de hoeveelheid water verschilt. Daarom wordt vaak de samenstelling van droge lucht weergegeven.

In afbeelding 5 zie je uit welke gassen droge lucht bestaat.

**Afb. 5** De samenstelling van droge lucht.



Lucht adem je in en weer uit. De lucht die je uitademt, heeft een andere samenstelling dan de lucht die je inademt. Er heeft verbranding plaatsgevonden. Bij verbranding ontstaan water en koolstofdioxide. Water kun je soms zien, bijvoorbeeld als condens op een koud glas. Koolstofdioxide kun je niet zien, maar je kunt het wel aantonen met een proef.

**EEN INDICATOR**

In cola of bruisend mineraalwater zit koolstofdioxide. Dat zijn de belletjes die je ziet (de 'prik'). Als je mineraalwater bij helder kalkwater doet, wordt het kalkwater troebel (zie afbeelding 6). Dat komt door het koolstofdioxide in het mineraalwater. Met helder kalkwater kun je dus koolstofdioxide aantonen. Een stof waarmee je een andere stof aantoon, heet een **indicator**. Elke stof heeft een eigen indicator.

**Afb. 6** Kalkwater.



1 helder kalkwater

2 troebel kalkwater



## 3

## VITALE CAPACITEIT

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 1.O.18 | ► Practicum 8

**ADEM VOLUME**

De longen zijn niet bij iedereen even groot. Het volume (de inhoud) van de longen is bij kinderen kleiner dan bij volwassenen. Ook de hoeveelheid lucht die per ademhaling wordt in- en uitgeademd, is verschillend.

Als een volwassen persoon normaal ademhaalt, wordt er per ademhaling ongeveer 0,5 L lucht in- en uitgeademd. Deze hoeveelheid lucht noem je het **ademvolume**. Ongeveer 150 mL lucht komt niet verder dan de bronchiën, luchtpijp, keel- of neusholte. Dit is de **dode ruimte**. De lucht in de dode ruimte doet niet mee aan de gaswisseling in de longblaasjes. Deze lucht wordt bij de volgende uitademing ‘ongebruikt’ weer uitgeademd.

**VITALE CAPACITEIT EN LONGVOLUME**

Door heel diep in te ademen kan een volwassene gemiddeld nog zo'n 3 L lucht extra inademen. Door heel diep uit te ademen, kan hij gemiddeld nog zo'n 1,5 L lucht extra uitademen. De hoeveelheid lucht die maximaal per ademhaling kan worden in- of uitgeademd, heet de **vitale capaciteit**. De vitale capaciteit kun je bepalen door:

- eerst zo diep mogelijk in te ademen,
- daarna te meten hoeveel lucht je uitademt als je zo diep mogelijk uitademt.

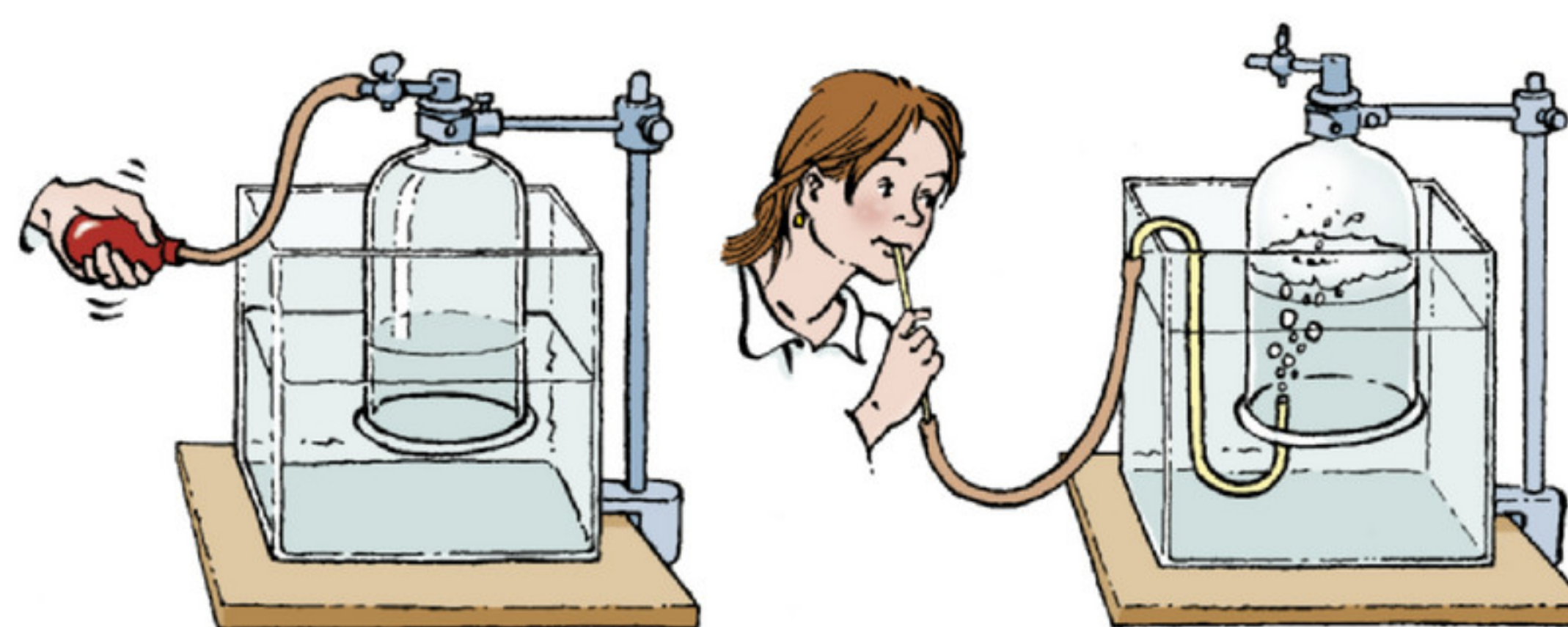
Er blijft altijd lucht achter in de longen. Na een diepe uitademing blijft bij volwassenen gemiddeld zo'n 1,5 L lucht achter in de longen en in de luchtwegen. Dit noem je het **restvolume**. De vitale capaciteit plus het restvolume is het **longvolume**.

Met een spirometer kun je de vitale capaciteit meten (zie afbeelding 7). Je kunt de vitale capaciteit ook meten met een computer of met de proefopstelling zoals in afbeelding 8.

**Afb. 7** De vitale capaciteit meten met een spirometer.



**Afb. 8** Proefopstelling om de vitale capaciteit te meten.



1 leegzuigen van de klok

2 uitademen in de klok



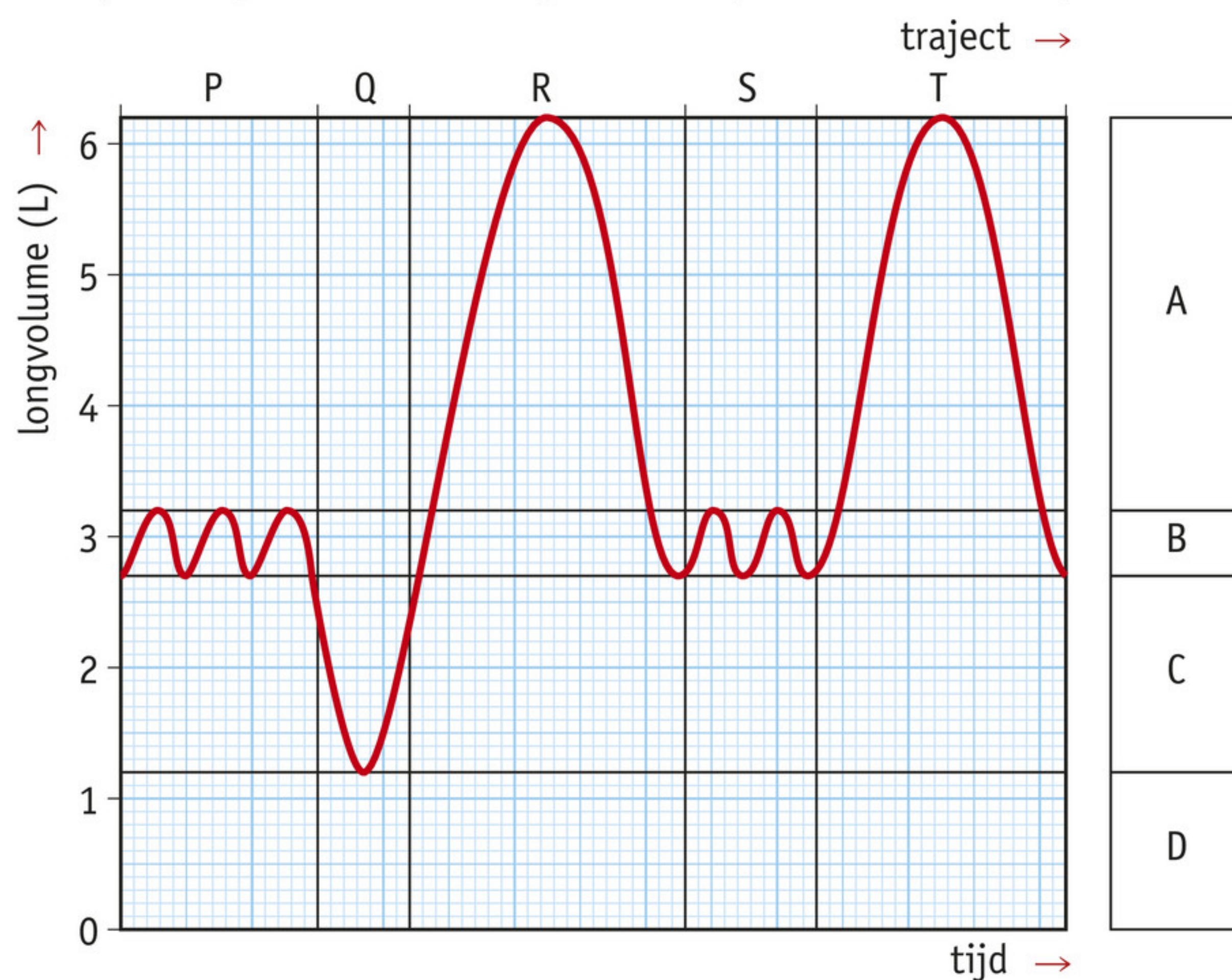
## OPDRACHTEN

1

In afbeelding 9 zie je een diagram van het longvolume van een persoon. In het diagram zijn de perioden P, Q, R, S en T aangegeven.

- In welke periode of perioden heeft de persoon heel diep ingeademd?  
in periode(n) *P / Q / R / S / T*
- In welke periode of perioden heeft de persoon heel diep uitgeademd?  
in periode(n) *P / Q / R / S / T*
- Naast het diagram zijn de vakken A, B, C en D aangegeven.  
Welk vak geeft het ademvolume aan?  
vak *A / B / C / D*
- Hoeveel liter lucht kan deze persoon bij een diepe inademing extra inademen? ..... L
- Hoe groot is de vitale capaciteit bij deze persoon? ..... L
- Welk deel van de longlucht wordt door vak D voorgesteld?
  - ☐ A ademvolume
  - ☐ B dode ruimte
  - ☐ C longvolume
  - ☐ D restvolume
  - ☐ E vitale capaciteit

**Afb. 9** Longvolume van een persoon bij verschillende diepten van ademhaling.



2

Om onder water adem te halen, kun je een snorkel gebruiken (zie afbeelding 10). Welk nadeel heeft een lange snorkel? Denk aan het longvolume.

**Afb. 10** Snorkelen.





# Practica

1

VERBRANDING BIJ EEN KAARS

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 1.2.4 en 1.O.14 | ► Leren onderzoeken 1 en 2

 25-30 minuten

**WAT GA JE DOEN?**  
Als je een brandende kaars afsluit van de lucht, kun je veranderingen waarnemen. In dit practicum onderzoek je welke veranderingen dat zijn.

**BENODIGDHEDEN**  
De benodigdheden staan in de tabel.

**WERKWIJZE**  
Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK       | VERBRANDING BIJ EEN KAARS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Wat ontstaat er bij de verbranding van een kaars?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Hypothese       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Benodigdheden   | <div><input type="checkbox"/> een stompje kaars</div> <div><input type="checkbox"/> een schoteltje</div> <div><input type="checkbox"/> lucifers</div> <div><input type="checkbox"/> een jampotje</div>                                                                                                                                                                                                            |
| Werkwijze       | <div><div><ul style="list-style-type: none"><li>• Zet het stompje kaars op het schoteltje en steek de kaars aan.</li><li>• Zet het jampotje over de brandende kaars heen (zie afbeelding 1).</li><li>• Bekijk goed wat er gebeurt.</li><li>• Voel aan de bodem van het jampotje.</li></ul></div><div><p>Afb. 1</p></div></div> |
| Resultaten      | <div><div>1</div><div>Wat gebeurt er met de vlam?</div></div> <div><div>2</div><div>Wat komt er tegen de binnenkant van het jampotje te zitten?</div></div> <div><div>3</div><div>Wat is er met de bodem van het jampotje gebeurd?</div></div>                                                                                                                                                                    |
| Conclusie       | Als je een kaars van de lucht afsluit,<br>Bij de verbranding van een kaars ontstaan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Discussie       | Komt je conclusie overeen met je hypothese? <i>ja / nee</i><br>De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



2 KOOLSTOFDIOXIDE AANTONEN

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 1.O.16 | ► Leren onderzoeken 2

 15-25 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum leer je hoe je koolstofdioxide kunt aantonen met kalkwater.

BENODIGDHEDEN

- ☐ 4 reageerbuizen in een reageerbuisrek
- ☐ 4 etiketten
- ☐ gekookt en daarna afgekoeld water
- ☐ bruisend bronwater
- ☐ helder kalkwater

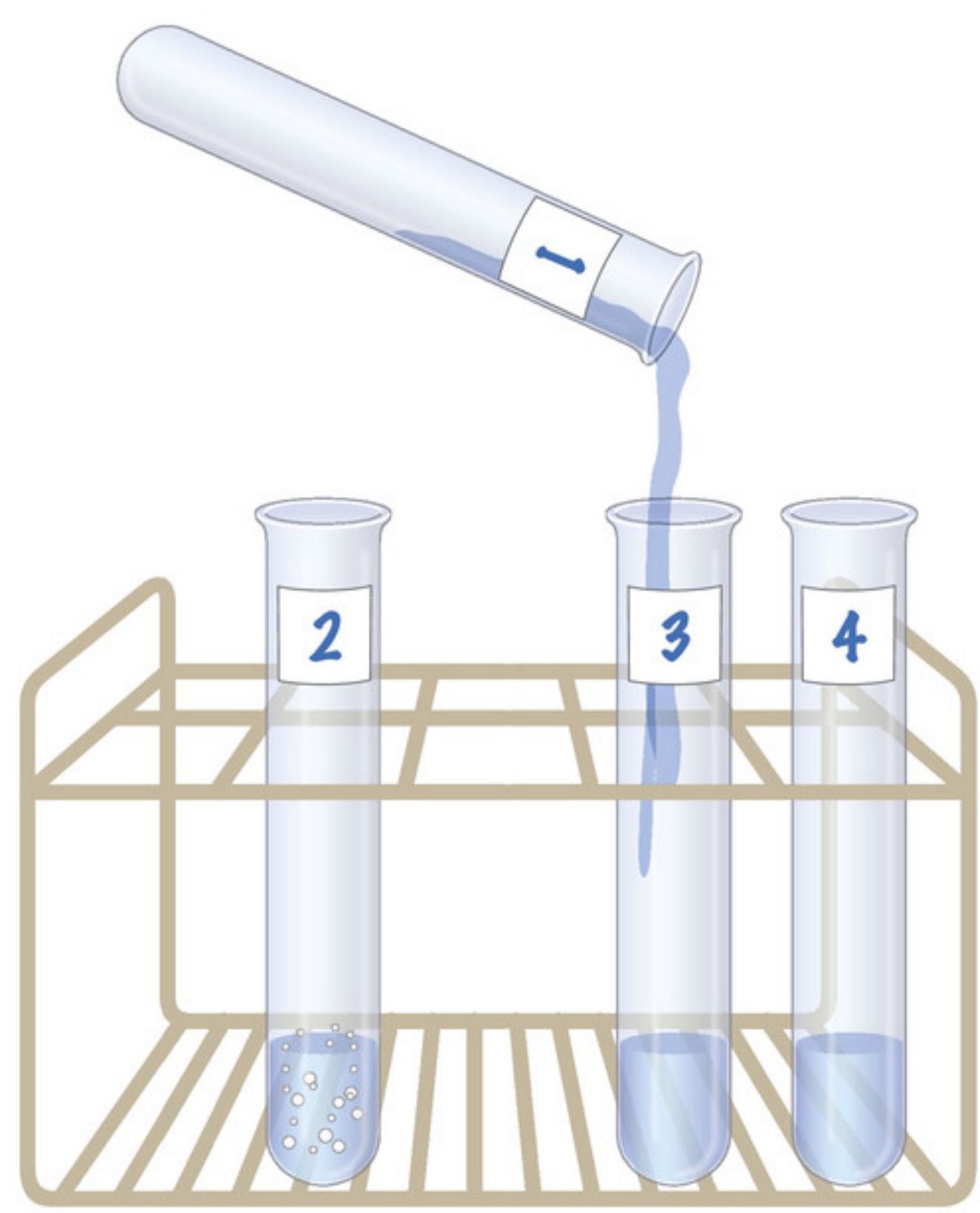
WERKWIJZE

- Plak op elke reageerbuis een etiket. Nummer de reageerbuizen van 1 tot en met 4.
- Doe in reageerbuis 1 afgekoeld water tot ongeveer 2 cm hoogte.
- Doe in reageerbuis 2 bruisend bronwater tot ongeveer 2 cm hoogte.
- Doe in reageerbuizen 3 en 4 helder kalkwater tot ongeveer 2 cm hoogte.
- Voeg de inhoud van reageerbuis 1 bij die van reageerbuis 3 (zie afbeelding 2).
- Voeg de inhoud van reageerbuis 2 bij die van reageerbuis 4.
- Vul het schema in.

|                           | Het kalkwater wordt:              |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Gekookt water + kalkwater | <i>niet troebel / wel troebel</i> |
| Bronwater + kalkwater     | <i>niet troebel / wel troebel</i> |

- Wat is je conclusie?

Afb. 2



OPDRACHT

- 1
- a Wat is de indicator voor koolstofdioxide?

b In dit practicum heb je koolstofdioxide aangetoond. Waaruit bestond de controlegroep?



3 KOOLSTOFDIOXIDE BIJ EEN BRANDENDE KAARS

► Basisstof 2 | ► Leerdoelen 1.2.4, 1.O.14, 1.O.15 en 1.O.16 | ► Leren onderzoeken 1 en 2

 45-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je of bij het branden van een kaars koolstofdioxide ontstaat. Dit doe je door een kaars te laten branden in een jampotje, waarin een laagje helder kalkwater zit (zie afbeelding 3). Je moet ook een controleproef gebruiken om aan te tonen dat het koolstofdioxide alleen door het branden van de kaars kan zijn ontstaan.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

- Bedenk een hypothese en noteer deze in de tabel.
- Bedenk hoe je het onderzoek wilt uitvoeren en noteer dit ook in de tabel. Laat je docent dit controleren.
- Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.



| ONDERZOEK       | KOOLSTOFDIOXIDE BIJ EEN BRANDENDE KAARS                                                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Ontstaat bij de verbranding van een kaars koolstofdioxide?                                                                                                                                                        |
| Hypothese       |                                                                                                                                                                                                                   |
| Benodigdheden   | <div><input type="checkbox"/> 2 jampotjes met deksel</div> <div><input type="checkbox"/> 2 stompjes kaars</div> <div><input type="checkbox"/> helder kalkwater</div> <div><input type="checkbox"/> lucifers</div> |
| Werkwijze       |                                                                                                                                                                                                                   |
| Resultaten      |                                                                                                                                                                                                                   |
| Conclusie       |                                                                                                                                                                                                                   |



|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Discussie | <p>Komt je conclusie overeen met je hypothese? <i>ja / nee</i><br/>De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i>.</p> <p>Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders?</p> <p>Heb je nauwkeurig gemeten? Licht je antwoord toe.</p> <p>Was het werkplan in orde? Zo nee, wat had beter gekund?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?</p> |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

OPDRACHT

1

- a Welke stoffen ontstaan bij de verbranding van kaarsvet?
- b Wat is de indicator voor koolstofdioxide?
- c In dit practicum heb je koolstofdioxide aangetoond.  
Waaruit bestond de controlegroep?

4

ZUURSTOFGEHALTE VAN INGEADEMDE EN UITGEADEMDE LUCHT

► Basisstof 4 | ► Leerdoelen 1.4.8, 1.0.14, 1.0.15 en 1.0.17 | ► Leren onderzoeken 1 en 2

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je het verschil in zuurstofgehalte van ingeademde lucht en uitgeademde lucht. Om de hoeveelheid zuurstof te meten, gebruik je een brandende kaars. Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

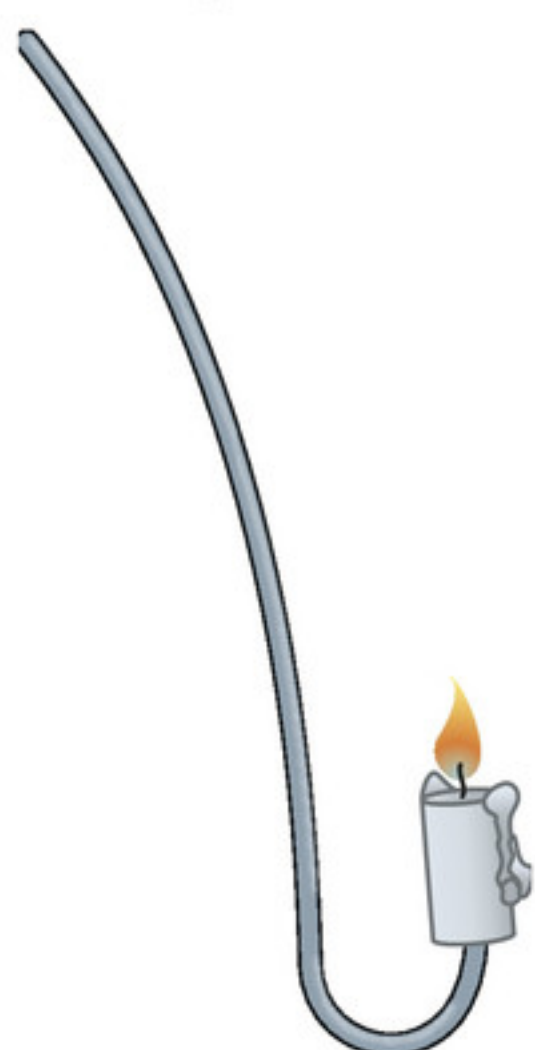
| ONDERZOEK       | ZUURSTOFGEHALTE VAN INGEADEMDE EN UITGEADEMDE LUCHT                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Welk verschil in zuurstofgehalte is er tussen ingeademde en uitgeademde lucht?                                                                                                                                              |                                                                                                                                                          |
| Hypothese       |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                          |
| Benodigdheden   | <div><input type="checkbox"/> een stukje ijzerdraad</div> <div><input type="checkbox"/> een stompje kaars</div> <div><input type="checkbox"/> een glasplaatje</div> <div><input type="checkbox"/> een hoog bekeerglas</div> | <div><input type="checkbox"/> een rietje</div> <div><input type="checkbox"/> lucifers</div> <div><input type="checkbox"/> een horloge of stopwatch</div> |



## Werkwijze

- Buig het stukje ijzerdraad in de vorm van een grote vishaak. Bevestig het stompje kaars aan het uiteinde van het stukje ijzerdraad (zie afbeelding 4).
- Leg het glasplaatje op het bekglas (zie afbeelding 5). Laat een kleine opening vrij en steek daar het rietje doorheen.

Afb. 4

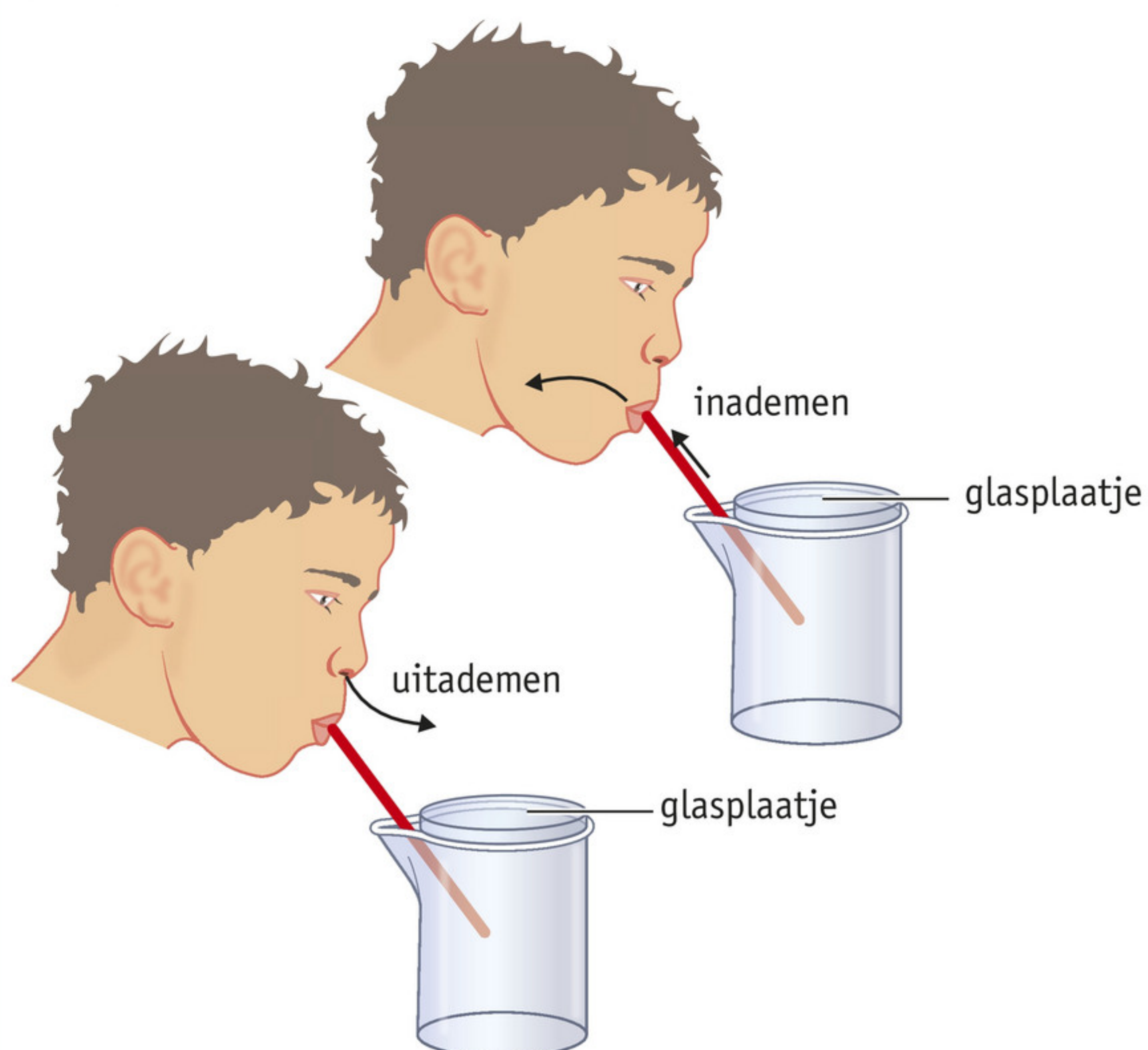


Afb. 5



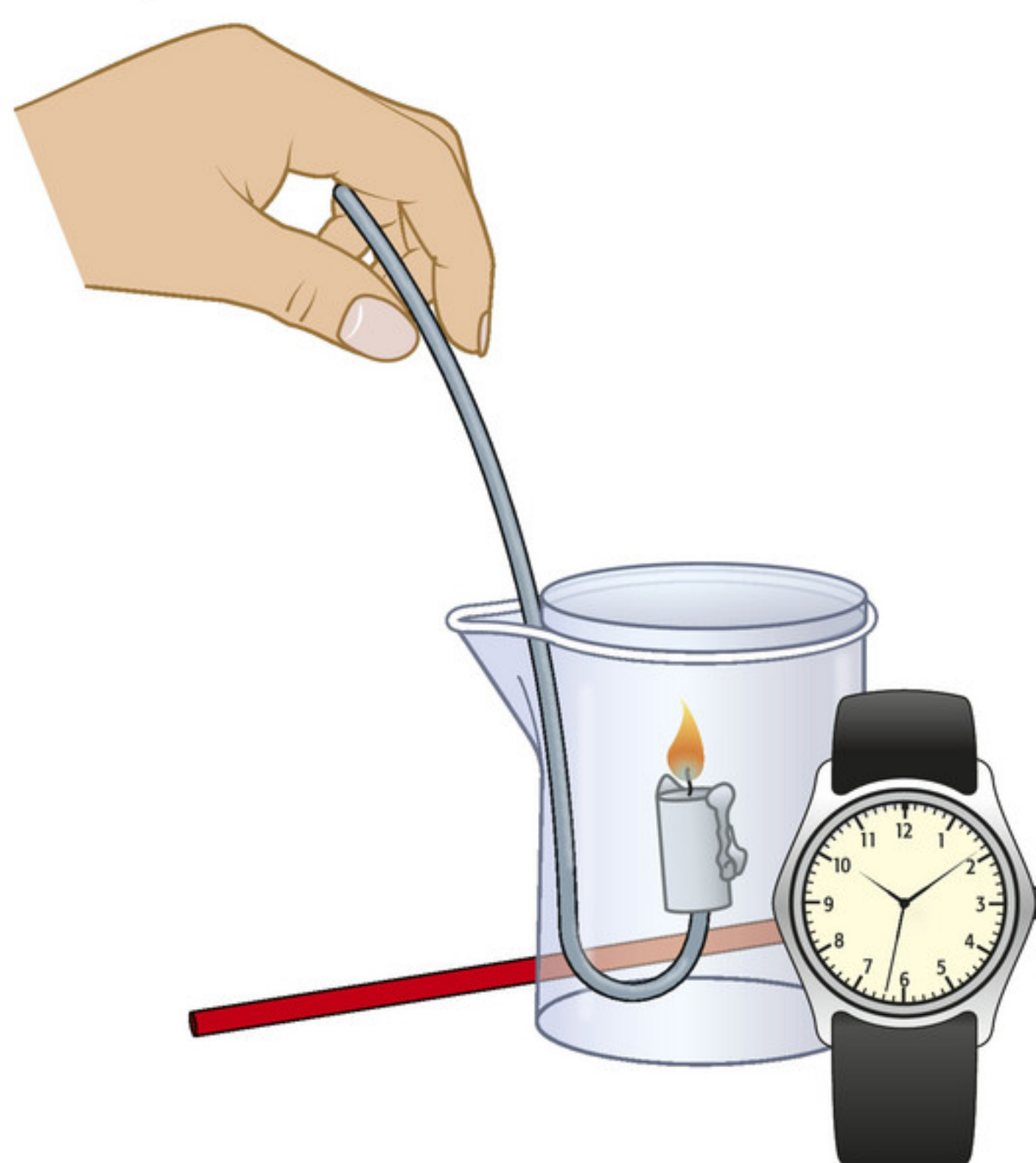
- Adem in door het rietje en adem uit door je neus (zie afbeelding 6). Adem heel langzaam.

Afb. 6

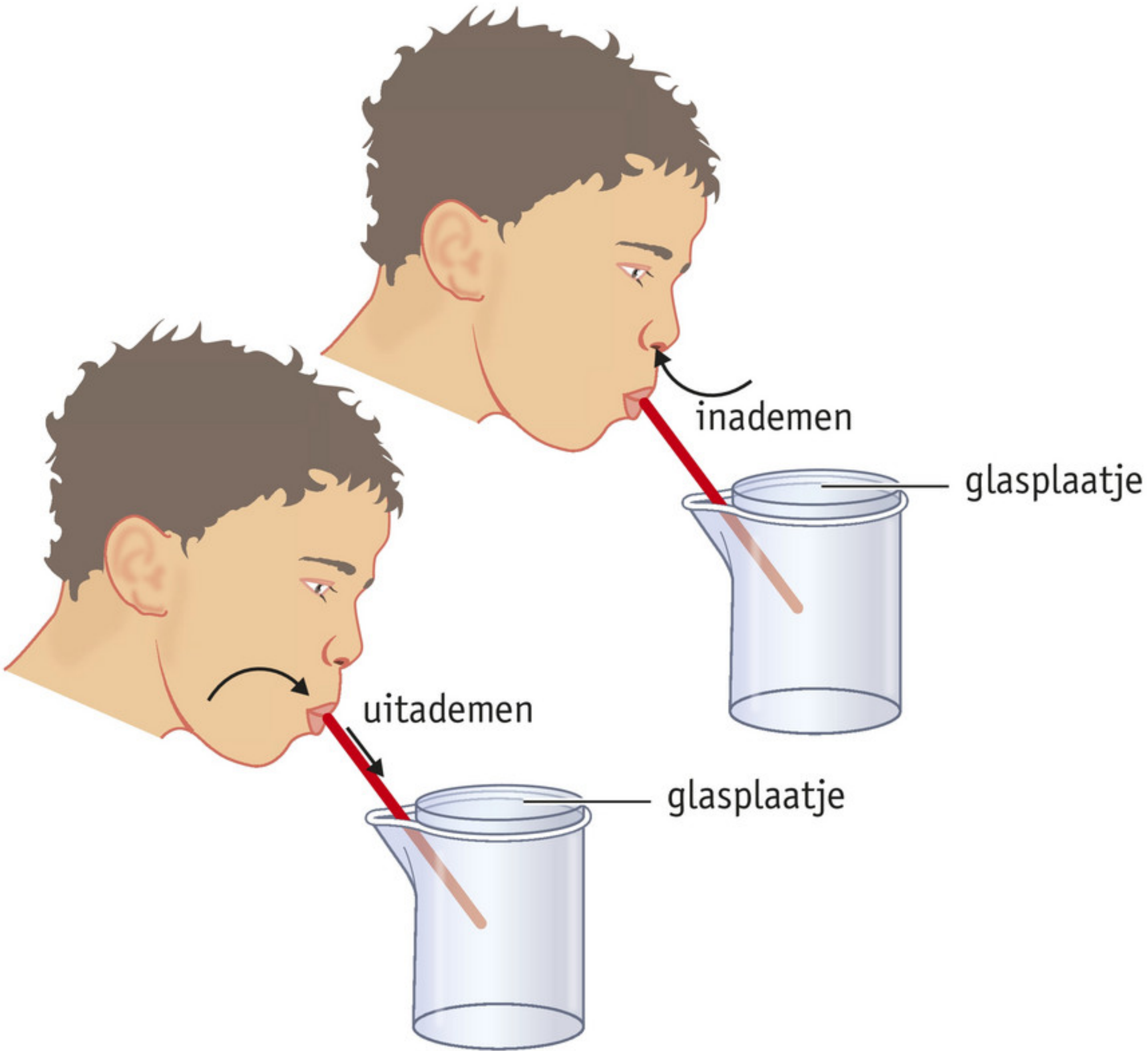


- Als je vijf keer door het rietje hebt ingeademd, laat dan je klasgenoot de kaars aansteken en pak het horloge of de stopwatch.
- Laat de brandende kaars voorzichtig in het bekglas zakken (zie afbeelding 7). Sluit het bekglas meteen af met het glasplaatje en start het opnemen van de tijd. Stop de tijd op het moment dat de kaars uitgaat.
- Noteer na hoeveel seconden de kaars is uitgegaan.

Afb. 7





| Werkwijze         | <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Verwijder het glasplaatje en de kaars. Schud met het bekeerglas in de lucht, zodat er verse lucht in komt.</li><li>• Voer de proef nog een keer uit, maar adem nu in door je neus en adem uit door het rietje (zie afbeelding 8). Adem heel langzaam. Blaas niet door het rietje!</li></ul></div> <div><p>Afb. 8</p></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Laat de brandende kaars weer voorzichtig in het bekeerglas zakken. Sluit het bekeerglas meteen daarna af met het glasplaatje. Laat je klasgenoot weer de tijd opnemen.</li><li>• Noteer op kladpapier na hoeveel seconden de kaars nu uitgaat.</li><li>• Schud weer met het bekeerglas in de lucht.</li><li>• Herhaal de proef, maar verwissel van rol. Laat nu je klasgenoot door het rietje ademen.</li></ul></div> |  |                                          |                  |   |                   |   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|------------------|---|-------------------|---|
| Resultaten        | <table><tr><th></th><th>Gemiddelde tijd voordat de kaars uitging</th></tr><tr><td>Ingeademde lucht</td><td>s</td></tr><tr><td>Uitgeademde lucht</td><td>s</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Gemiddelde tijd voordat de kaars uitging | Ingeademde lucht | s | Uitgeademde lucht | s |
|                   | Gemiddelde tijd voordat de kaars uitging                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                          |                  |   |                   |   |
| Ingeademde lucht  | s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                          |                  |   |                   |   |
| Uitgeademde lucht | s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                          |                  |   |                   |   |
| Conclusie         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                          |                  |   |                   |   |
| Discussie         | <p>Komt je conclusie overeen met je hypothese? <i>ja / nee</i><br/>De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i>.</p> <p>Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders?</p> <p>Heb je nauwkeurig gemeten? Licht je antwoord toe.</p> <p>Was het werkplan in orde? Zo nee, wat had beter gekund?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                          |                  |   |                   |   |



5 KOOLSTOFDIOXIDEGEHALTE VAN INGEADEMDE EN UITGEADEMDE LUCHT

► Basisstof 4 | ► Leerdoelen 1.4.8, 1.O.14, 1.O.15 en 1.O.17 | ► Leren onderzoeken 1 en 2

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

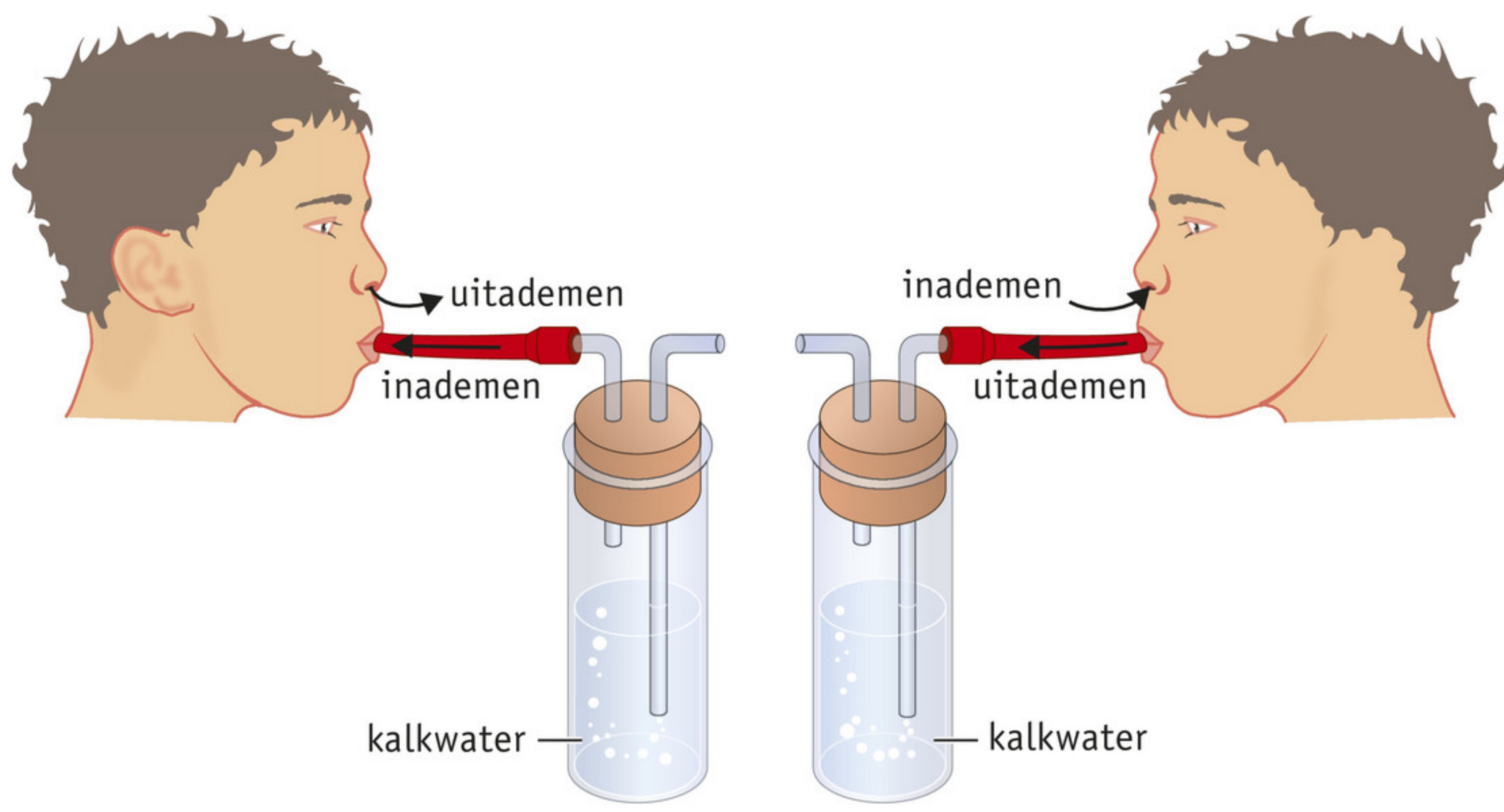
In dit practicum onderzoek je het verschil in koolstofdioxidegehalte van ingeademde lucht en uitgeademde lucht. Je gebruikt kalkwater om het koolstofdioxide aan te tonen.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK       | KOOLSTOFDIOXIDEGEHALTE VAN INGEADEMDE EN UITGEADEMDE LUCHT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Welk verschil in koolstofdioxidegehalte is er tussen ingeademde en uitgeademde lucht?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |
| Hypothese       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           |
| Benodigdheden   | <div><input type="checkbox"/> een grote reageerbuis met stop waar een lang en een kort buisje doorheen gaan (zie afbeelding 9)</div> <div><input type="checkbox"/> een rubberen slang</div> <div><input type="checkbox"/> helder kalkwater</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <div><b>Afb. 9</b></div> <div>buisje 1buisje 2</div> |
| Werkwijze       | <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Vul de reageerbuis voor ongeveer een derde met kalkwater en doe de stop met de buisjes op de reageerbuis.</li><li>• Doe de rubberen slang om het uiteinde van buisje 1. Adem in door buisje 1 en adem uit door je neus (zie afbeelding 10). Haal één minuut lang op deze manier adem. De lucht die je inademt, gaat door het kalkwater heen.</li><li>• Verwijder het gebruikte kalkwater uit de buis en doe er nieuw kalkwater in.</li><li>• Doe de rubberen slang om het uiteinde van buisje 2. Adem in door je neus en adem uit door buisje 2. Haal één minuut lang op deze manier adem. Nu gaat de lucht die je uitademt door het kalkwater heen.</li></ul></div> <div><b>Afb. 10</b></div> <div></div> |                                                                                                                                           |



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resultaten | Geef je resultaten weer in een tabel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Conclusie  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Discussie  | <p>Komt je conclusie overeen met je hypothese? <i>ja / nee</i><br/>De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i>.</p> <p>Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders?</p> <p>Heb je nauwkeurig gemeten? Licht je antwoord toe.</p> <p>Was het werkplan in orde? Zo nee, wat had beter gekund?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?</p> |

## OPDRACHT

1

- a** Noteer de samenstelling van uitgeademde lucht in de tabel. Gebruik daarbij: 1 – 5 – 16 – 78.

|                 | Ingeademde lucht | Uitgeademde lucht |
|-----------------|------------------|-------------------|
| Stikstof        | 78%              | %                 |
| Zuurstof        | 21%              | %                 |
| Edelgassen      | 1%               | %                 |
| Koolstofdioxide | 0,04%            | %                 |

- b** Volgens de tabel bevat uitgeademde lucht nog zuurstof.  
Is dit in overeenstemming met het resultaat van practicum 4? Leg je antwoord uit.
- c** Komt het resultaat van je onderzoek overeen met de gegevens in de tabel bij vraag a?  
*ja / nee*



## 6

## EEN MODEL VAN DE MIDDENRIFADEMHALING

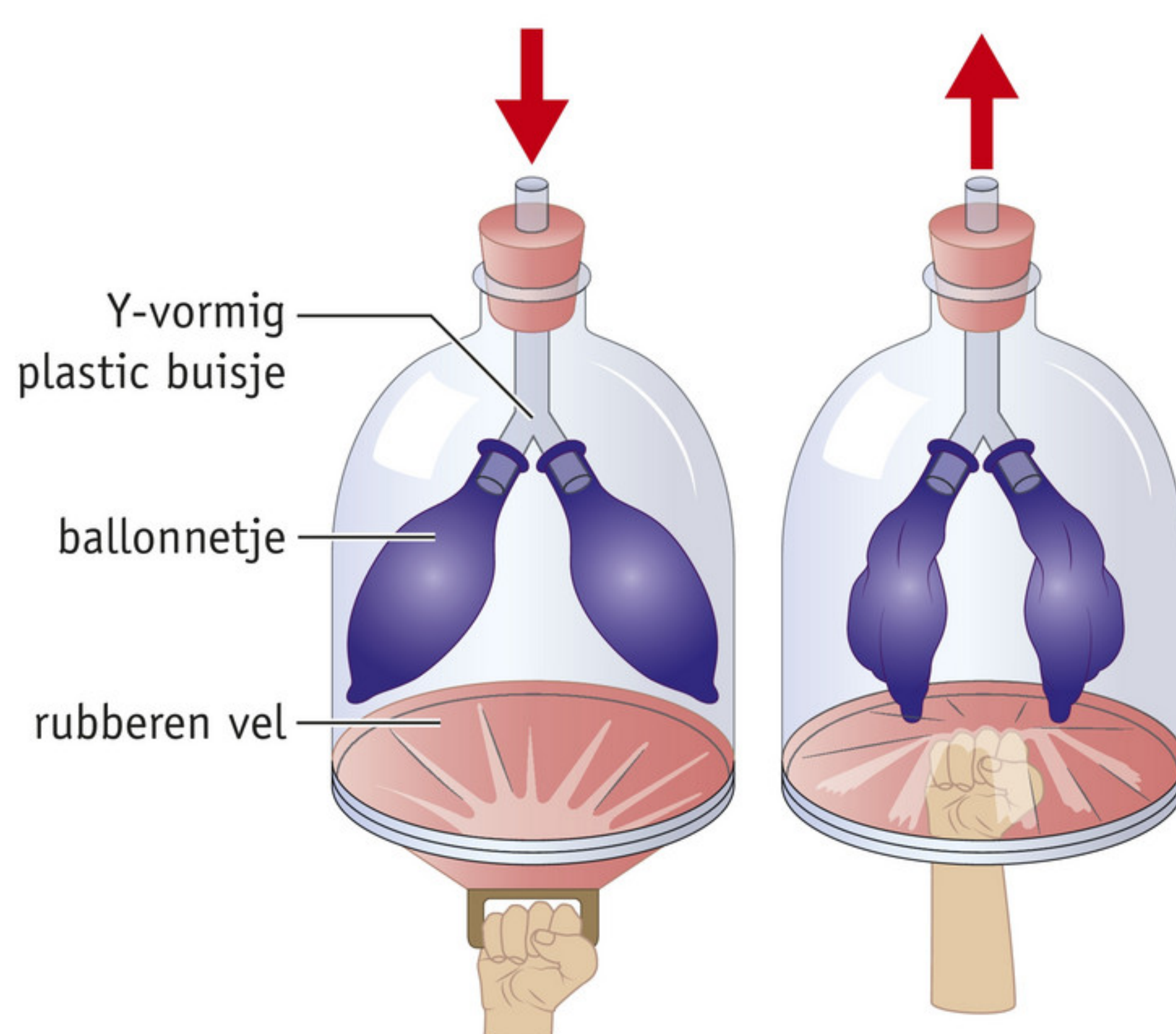
► Basisstof 4 | ► Leerdoel 1.4.8

🕒 10-15 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

In dit demonstratiepracticum krijg je een model van de borstkas te zien (zie afbeelding 11). Je docent beweegt het rubberen vel aan de onderkant van het model op en neer.

Afb. 11

**OPDRACHTEN**

1

- a Waarmee zijn de ballonnetjes te vergelijken?
- b Waarmee is het Y-vormige plastic buisje te vergelijken?
- c Waarmee is het rubberen vel aan de onderkant van het model te vergelijken?

2

- a Leg uit waardoor de ballonnetjes groter worden als het rubberen vel naar beneden wordt getrokken.
- b Leg uit waardoor lucht uit het model stroomt als het rubberen vel naar boven wordt geduwd.



## 7

## DE WERKING VAN ORGANEN BIJ LICHAAMELIJKE INSPANNING

► Basisstof 4 | ► Leerdoelen 1.2.3, 1.4.8, 1.0.14 en 1.0.15 | ► Leren onderzoeken 1

 **Les 1: 15-20 minuten, les 2: 30-40 minuten**

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum bedenk je een onderzoek om aan te tonen welke organen bij inspanning harder gaan werken.

**BENODIGDHEDEN**

Je bedenkt zelf wat de benodigdheden zijn.

**WERKWIJZE**

- Vul in de tabel de hypothese, de benodigdheden en de werkwijze in. Laat je docent dit controleren. Misschien krijg je aanwijzingen om je werkplan te verbeteren.
- Voer tijdens de tweede les het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK       | DE WERKING VAN ORGANEN BIJ LICHAAMELIJKE INSPANNING |
|-----------------|-----------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Welke organen gaan harder werken bij inspanning?    |
| Hypothese       |                                                     |
| Benodigdheden   |                                                     |
| Werkwijze       |                                                     |
| Resultaten      |                                                     |
| Conclusie       |                                                     |



|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Discussie | <p>Komt je conclusie overeen met je hypothese? <i>ja / nee</i><br/>De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i>.</p> <p>Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders?</p> <p>Heb je nauwkeurig gemeten? Licht je antwoord toe.</p> <p>Was het werkplan in orde? Zo nee, wat had beter gekund?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?</p> |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 8

## VITALE CAPACITEIT

► Basisstof 5 | ► Leerdoelen 1.O.14, 1.O.15 en 1.O.18 | ► Leren onderzoeken 1 en 3

 **Les 1: 50 minuten, les 2: 30-40 minuten**

**WAT GA JE DOEN?**

De vitale capaciteit is niet bij iedereen gelijk. Hoe groot je vitale capaciteit is, hangt van meerdere factoren af. In dit practicum onderzoek je het verband tussen de vitale capaciteit en de lichaamslengte.

De onderzoeksgroep bestaat uit alle leerlingen van je klas.

**BENODIGDHEDEN**

Je bedenkt zelf wat de benodigdheden zijn.

**WERKWIJZE**

- Vul in de tabel de hypothese, de benodigdheden en de werkwijze in. Laat je docent dit controleren. Misschien krijg je aanwijzingen om je werkplan te verbeteren.
- Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in. Hiervoor heb je tijd tijdens zowel les 1 als les 2.
- Noteer bij de discussie een beoordeling van je conclusie en de betrouwbaarheid van je resultaten.



| ONDERZOEK       | VITALE CAPACITEIT EN LICHAAMSLENGTE                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Is er een verband tussen de vitale capaciteit en de lichaamslengte? |
| Hypothese       |                                                                     |
| Benodigdheden   |                                                                     |
| Werkwijze       |                                                                     |
| Resultaten      |                                                                     |
| Conclusie       |                                                                     |
| Discussie       |                                                                     |



## 9

## TRACHEEËN EN STIGMA'S

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 1.6.11

 20-25 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

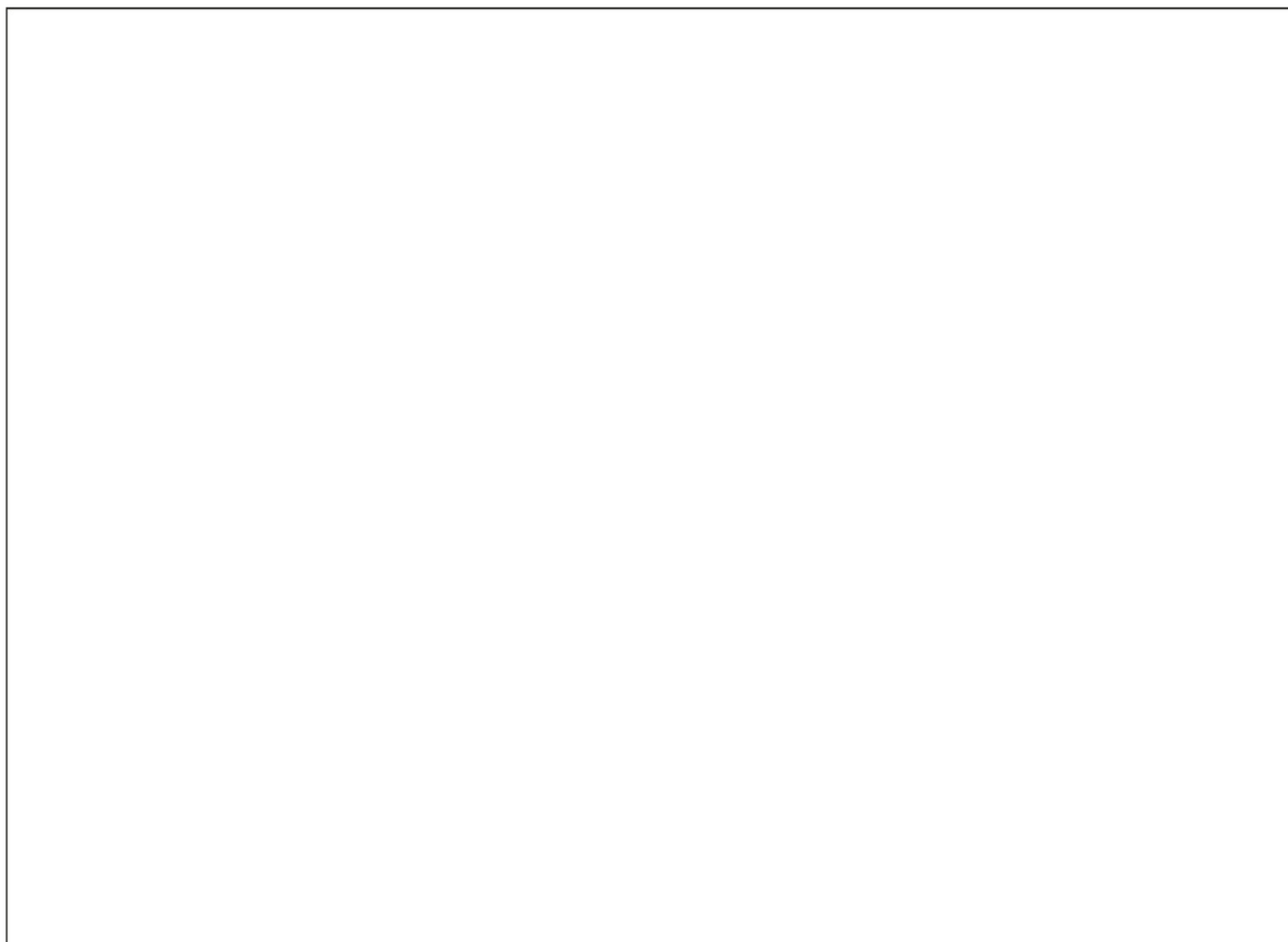
In dit practicum bekijk je preparaten van tracheeën en stigma's.

**BENODIGDHEDEN**

- ☐ een klaargemaakt preparaat van tracheeën van een insect
- ☐ een klaargemaakt preparaat van stigma's van een insect
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

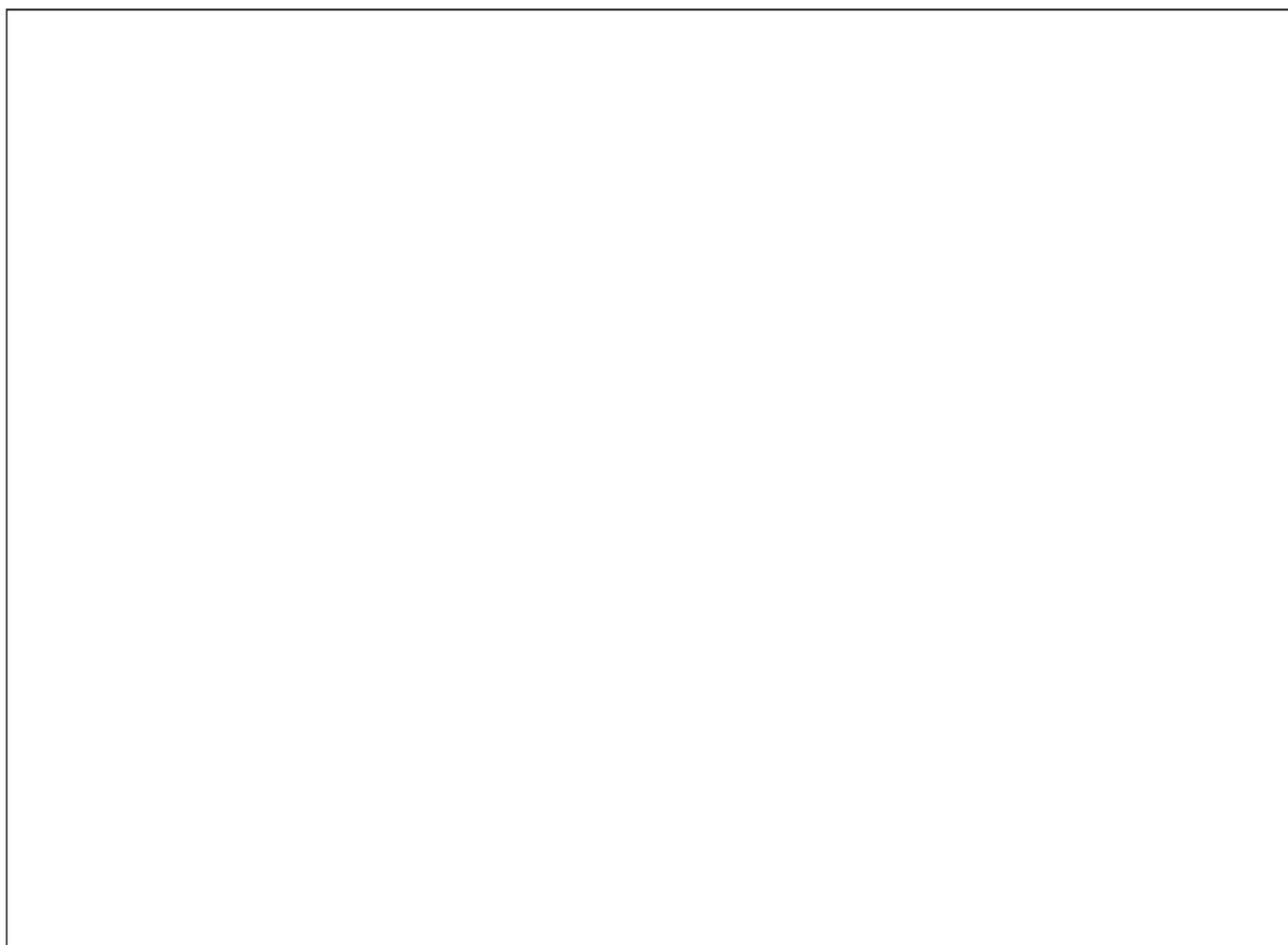
**WERKWIJZE**

- Bekijk het preparaat van de tracheeën met de microscoop bij een vergroting van 100×.
- Maak een tekening van een trachee met vertakkingen. Noteer de titel en de vergroting onder de tekening.





- Bekijk het preparaat van de stigma's met de microscoop bij een vergroting van 100×.
- Maak een tekening van een stigma. Noteer de titel en de vergroting onder de tekening.



## 10

## DE KIEUWEN VAN EEN VIS

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 1.6.11

 35-50 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum bekijk en teken je de kieuwen van een vis. Je werkt hierbij met de kop van een vis. Met dieren ga je respectvol om, ook als ze dood zijn of als je met delen van dieren werkt. Voer dus alleen de handelingen uit die zijn beschreven of die je docent heeft gevraagd.

**BENODIGDHEDEN**

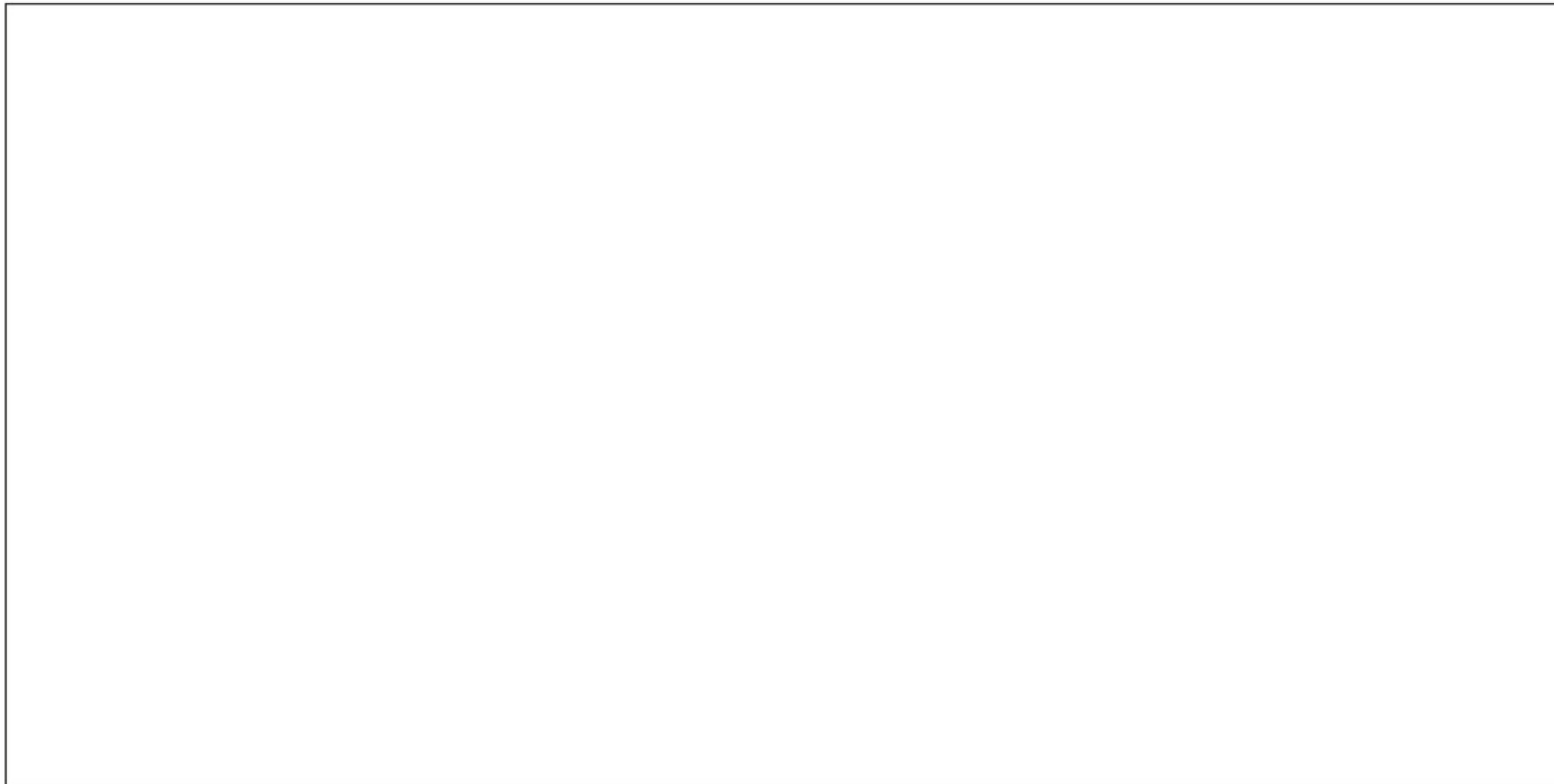
- ☐ een vissenkop
- ☐ een schoteltje
- ☐ een pincet
- ☐ een schaar
- ☐ een petrischaal
- ☐ een loep
- ☐ tekenmateriaal

**WERKWIJZE**

- Leg de vissenkop zo op het schoteltje dat je de zijkant goed kunt zien.



- Maak een natuurgetrouwe tekening van de kop in zijaanzicht. Geef de volgende delen aan: *bek* – *kieuwdeksel* – *lip* – *neusgat* – *oog* – *vin*.

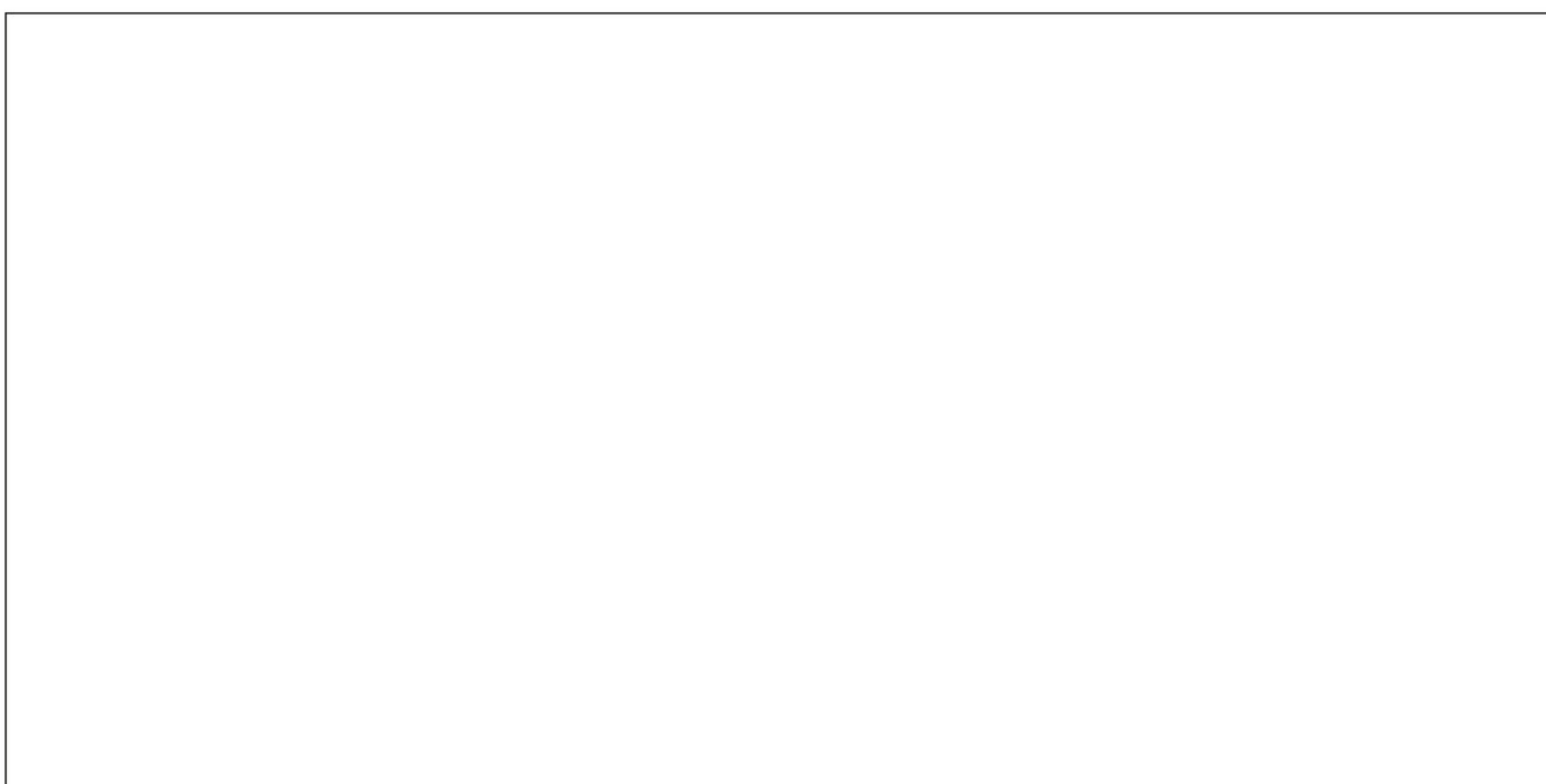


- Til voorzichtig een kieuwdeksel op (zie afbeelding 12). Je ziet de kieuwen liggen. Knip voorzichtig het kieuwdeksel weg. Gebruik hierbij het pincet.

**Afb. 12**

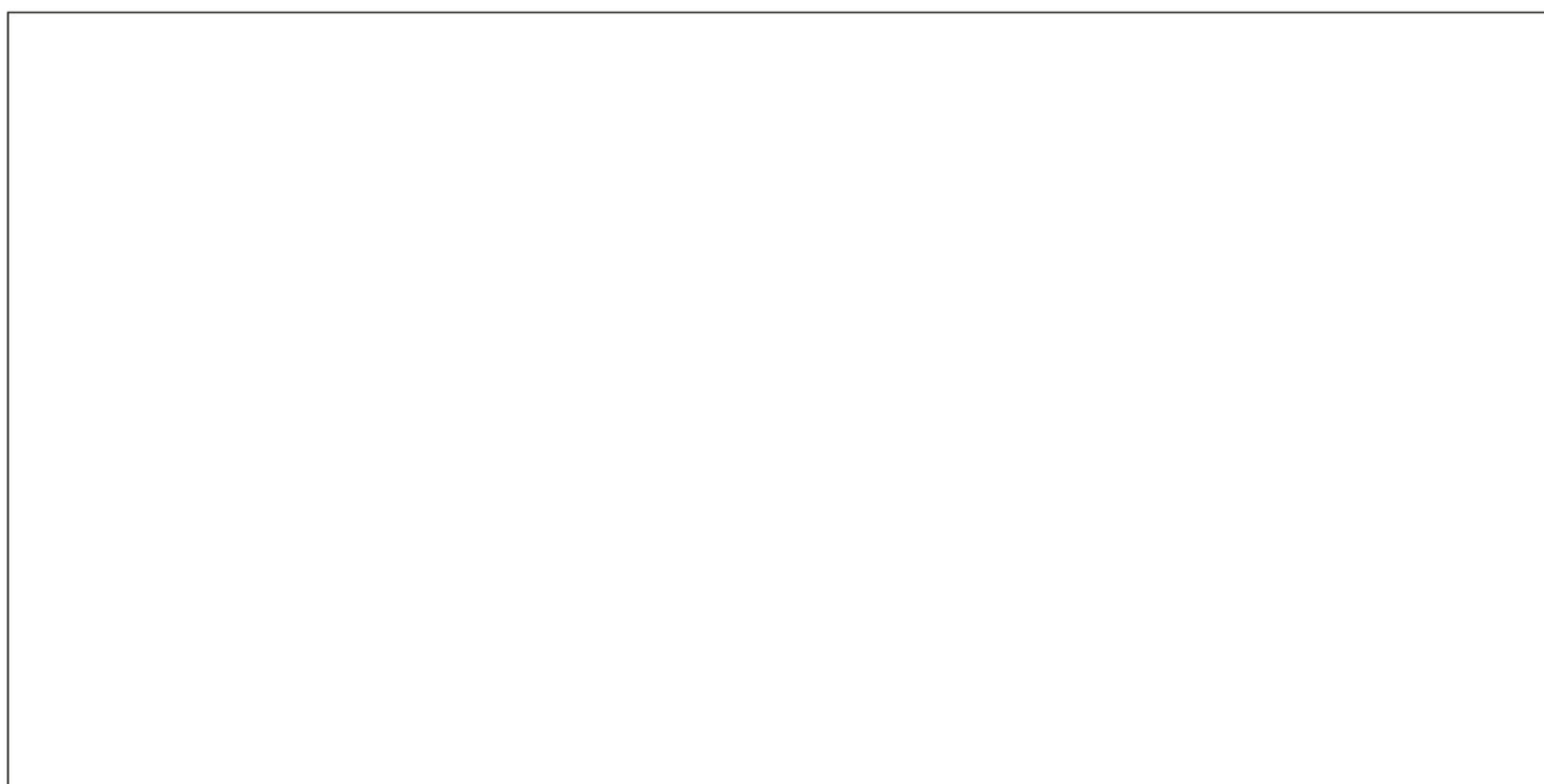


- Maak een schematische tekening van de ligging van de kieuwen in de kieuwholte. Geef de *kieuwen* aan.





- Leg de vissenkop ondersteboven en knip de mondbodem voorzichtig open. Je ziet links en rechts de kieuwen aan de kieuwbogen vastzitten. Knip voorzichtig een kieuw los en leg deze in de petrischaal. Voeg water toe om uitdrogen te voorkomen.
- Bekijk de kieuw met de loep. Je ziet nu de kieuwboog en de kieuwplaatjes.
- Maak een schematische tekening van de losse kieuw. Geef de volgende delen aan: *kieuwboog – kieuwplaatje*.



- Ruim de visresten op en maak je materiaal schoon met zeepsop.

## 11

## HET STROTENHOOFD

► Extra stof 8 | ► Leerdoel 1.8.13

 15-20 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum bekijk je een model van een strottenhoofd.

**BENODIGDHEDEN**

- ☐ een model van een strottenhoofd met stembanden (zie afbeelding 13)

**WERKWIJZE**

- Vergelijk het model met afbeelding 1 in extra stof 8. Wijs de volgende delen aan bij het model: *bekerkraakbeentjes – schildkraakbeen – stembanden – tongbeen*.
- Met het model kun je het openen en sluiten van de stemspleet nadoen. Beweeg voorzichtig de bekerkraakbeentjes, zodat de stemspleet zich opent en sluit.

**Afb. 13** Model van het strottenhoofd.





# Samenvatting

## BASIS 1

### STOFWISSELING

#### 1 Je kunt uitleggen dat planten bij de fotosynthese energie vastleggen in glucose.

- Bladgroenkorrels zetten koolstofdioxide en water om in glucose.
  - Daarvoor is energie nodig. Die energie komt uit zonlicht.
  - Fotosynthese:

water + koolstofdioxide + energie → glucose + zuurstof

- Glucose is een energierijke stof.

#### 2 Je kunt uitleggen dat bij de afbraak van glucose energie vrijkomt.

- Cellen gebruiken glucose als energiebron.
  - Bij de afbraak van glucose komt de opgeslagen energie vrij.
  - De energie die vrijkomt, wordt gebruikt voor de stofwisseling in de cel.
  - De afbraak van glucose gebeurt in mitochondriën.

## BASIS 2

### VERBRANDING

#### 3 Je kunt het verband uitleggen tussen verbranding in cellen en lichamelijke activiteit.

- De afbraak van glucose in cellen noem je verbranding.
  - Glucose is de meest gebruikte brandstof in cellen.
  - Bij verbranding komt energie vrij, bijv. beweging en warmte.
- In alle cellen van organismen vindt verbranding plaats.
  - Verbranding vindt voortdurend plaats, dag en nacht.
- Je energiebehoefte is o.a. afhankelijk van je lichamelijke inspanning.
  - Hoe groter de lichamelijke inspanning, hoe meer verbranding er plaatsvindt.
  - Er is dan meer brandstof en zuurstof nodig. Ook ontstaan er meer afvalstoffen.
  - Organen zoals de longen en het hart werken dan harder.

#### 4 Je weet dat bij verbranding zuurstof wordt verbruikt en koolstofdioxide ontstaat.

- Voor de verbranding van een brandstof is zuurstof nodig.
- Verbranding in een cel:

glucose + zuurstof → water + koolstofdioxide + energie

#### 5 Je kunt het verschil in verbranding bij koudbloedige en warmbloedige dieren beschrijven.

- Bij koudbloedige dieren is de lichaamstemperatuur afhankelijk van de temperatuur van de omgeving.
  - Bij lage temperaturen verloopt de verbranding in cellen langzaam. Er komt dan maar weinig energie vrij. Hierdoor zijn koudbloedige dieren bij lage temperaturen weinig actief.
- Winterslaap: verlaagde lichaamstemperatuur en vertraagde stofwisseling.
- Bij warmbloedige dieren is de lichaamstemperatuur constant.
  - De activiteit van warmbloedige dieren is minder afhankelijk van de temperatuur van hun omgeving.
- Om de lichaamstemperatuur constant te houden, is veel energie (en dus verbranding) nodig en wordt warmteverlies voorkomen.
  - Warmbloedige dieren hebben vaak vormen van isolatie.
  - Veel warmbloedige dieren trekken in de herfst weg naar warmere streken. Er zijn ook warmbloedige dieren die een winterslaap houden.



## BASIS 3

## HET ADEMHALINGSTELSEL

**6 Je kunt de delen van het ademhalingsstelsel benoemen met hun kenmerken en functies.**

- Het ademhalingsstelsel bestaat voor een groot deel uit buisjes die zijn bekleed met slijmvlies.
  - Aan het slijm blijven ziekteverwekkers en stofdeeltjes plakken.
  - Trilharen transporteren het slijm naar de keelholte waar het wordt ingeslikt.
- Neusholte:
  - Neusharen houden grote stofdeeltjes tegen.
  - Binnenstromende lucht wordt door het neusslijmvlies verwarmd en vochtig gemaakt.
  - Het reukzintuig keurt de binnenstromende lucht.
- Keelholte: hierin bevinden zich de huig en het strotklepje.
  - Bij het ademen staan de huig en het strotklepje open.
  - Bij het slikken sluit de huig de neusholte af en sluit het strotklepje de luchtpijp af.
  - Verslikken: het strotklepje sluit de luchtpijp niet af tijdens het slikken.
- Luchtpijp en bronchiën:
  - De wand is verstevigd door hoefijzervormige kraakbeenringen die de luchtpijp openhouden.
  - De luchtpijp vertakt zich in bronchiën die met kraakbeenringen zijn verstevigd.
- Luchtpijptakjes: vertakkingen van de bronchiën.
  - De wanden van de kleine luchtpijptakjes bevatten spiertjes.
- Aan het uiteinde van de luchtpijptakjes zitten longblaasjes.
  - Longblaasjes zijn omgeven door kleine bloedvaatjes: de longhaarvaten.

## BASIS 4

## ADEMHALEN

**7 Je kunt de verschillen noemen tussen ingeademde lucht en uitgeademde lucht.**

- In de longblaasjes vindt gaswisseling plaats.
  - Zuurstof uit de lucht wordt opgenomen in het bloed in de longhaarvaten.
  - Koolstofdioxide uit het bloed in de longhaarvaten wordt afgegeven aan de lucht in de longblaasjes.
  - Het bloed wordt zuurstofrijk en koolstofdioxidearm.
- Gaswisseling in de longen kan snel plaatsvinden.
  - De longblaasjes hebben samen een groot oppervlak.
  - De wand van longblaasjes is dun.
- De lucht die je uitademt, bevat:
  - minder zuurstof
  - meer koolstofdioxide
  - meer waterdamp dan de lucht die je inademt

**8 Je kunt beschrijven hoe een inademing en een uitademing tot stand komen.**

- Bij gewone ademhaling vinden borstademhaling en buikademhaling beide plaats.
  - Bij borstademhaling (ribademhaling) bewegen de ribben en het borstbeen omhoog en omlaag.

| Inademen                                     | Uitademen                                    |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 De ribben en het borstbeen bewegen omhoog. | 1 De ribben en het borstbeen bewegen omlaag. |
| 2 De borstholte wordt groter.                | 2 De borstholte wordt kleiner.               |
| 3 De longen worden groter.                   | 3 De longen worden kleiner.                  |
| 4 Lucht stroomt naar binnen.                 | 4 Lucht stroomt naar buiten.                 |



- Bij buikademhaling (middenrifademhaling) beweegt het middenrif omlaag en omhoog. Hierdoor gaat de buikwand naar voren en terug.

| Inademen                                                      | Uitademen                                                |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 Het middenrif beweegt omlaag (de buikwand gaat naar voren). | 1 Het middenrif beweegt omhoog (de buikwand gaat terug). |
| 2 De borstholte wordt groter.                                 | 2 De borstholte wordt kleiner.                           |
| 3 De longen worden groter.                                    | 3 De longen worden kleiner.                              |
| 4 Lucht stroomt naar binnen.                                  | 4 Lucht stroomt naar buiten.                             |

## BASIS 5

## GEZONDE LUCHTWEGEN

**9 Je kunt uitleggen wat je zelf kunt doen om je luchtwegen gezond te houden.**

- Niet roken:
  - In tabaksrook zitten stoffen die schadelijk zijn voor je longen.
- Sporten of bewegen:
  - Hierdoor krijg je een betere conditie en sterkere longen.
- Zingen of een blaasinstrument bespelen:
  - Ademhalingsoefeningen maken je longen sterker.
- Smog is luchtvervuiling die vooral bestaat uit fijnstof.
  - Bij veel smog kun je beter niet buiten sporten.
- Door te weinig frisse lucht kun je last krijgen van concentratieverlies, hoofdpijn en vermoeidheid.
  - Ook kunnen bacteriën en virussen zich gemakkelijker verspreiden.
  - Zorg voor voldoende ventilatie.

**10 Je kunt beschrijven wat hooikoorts, astma en COPD zijn.**

- Allergie: een overgevoeligheid voor een of meer stoffen.
- Hooikoorts: een allergie voor stuifmeelkorrels (pollen).
  - allergische reacties bij hooikoorts: tranende ogen, ontstoken slijmvliezen, een loopneus en niesbuien
  - allergisch voor het stuifmeel van bomen: vooral in het voorjaar last van hooikoorts
  - allergisch voor het stuifmeel van grassen: vooral in de zomer last van hooikoorts
- Astma en COPD zijn chronische ziekten van de longen.
  - Astma- en COPD-patiënten hebben last van benauwdheid en hoesten veel.
  - Ze zijn erg gevoelig voor stofdeeltjes in de lucht.
  - Bij astma worden de luchtwegen nauwer, doordat spiertjes in de fijne vertakkingen van de bronchiën samentrekken.
  - Bij COPD zijn er ontstekingen waardoor het slijmvlies opzwelt, en kunnen de longblaasjes beschadigd zijn.
  - COPD wordt vooral door roken veroorzaakt.

## BASIS 6

## ADEMHALING BIJ DIEREN

**11 Je kunt beschrijven hoe de gaswisseling plaatsvindt bij verschillende diergroepen.**

- Eencelligen: gaswisseling via het celmembraan.
- Insecten hebben tracheeën: vertakte buisjes met lucht die overal in het lichaam eindigen.
  - Stigma's zijn openingen waardoor de lucht de tracheeën in stroomt.
- Vissen hebben kieuwen. Deze liggen vlak achter de kop in kieuwholten.
  - De kieuwholten zijn bedekt door kieuwdeksels.
  - Elke kieuw bestaat uit een kieuwboog, met daarop een groot aantal kieuwplaatjes.



- In kieuwen kan veel gaswisseling plaatsvinden doordat de kieuwlamellen zorgen voor een groot oppervlak en doordat bloed en water in tegenovergestelde richting stromen (tegenstroomprincipe).
- Vogels hebben longen met luchtzakken.
  - De longen van vogels worden niet groter en/of kleiner, de luchtzakken wel.
  - Door de luchtzakken en het tegenstroomprincipe gaat de gaswisseling sneller dan bij zoogdieren.

## EXTRA 7

## ROKEN EN BLOWEN

**12 Je kent de mogelijke gevolgen van verslaving aan roken en blowen.**

- Sigarettenrook is een mengsel van gassen en fijne teerdruppeltjes.
  - Nicotine, teer en koolstofmonoxide zijn bestanddelen van tabaksrook.
- Nicotine zorgt ervoor dat je verslaafd raakt aan het roken.
  - Er treedt gewenning, geestelijke afhankelijkheid en lichamelijke afhankelijkheid op.
  - Het lichaam van een roker heeft behoefte aan nicotine.
  - Als een roker stopt met roken, ontstaan ontwenningsverschijnselen.
- Teer beschadigt de longen.
  - Door de teer raken trilhaarcellen beschadigd.
  - Stoffen in teer veroorzaken longkanker.
- Koolstofmonoxide vermindert het vervoer van zuurstof door het bloed.
- Bij passief roken adem je de rook in die door anderen is uitgeblazen.
  - Passief roken wordt ook wel meeroken genoemd.
- Psychoactieve stof in cannabis: THC.
  - Cannabis bevat ook CBD (cannabidiol). CBD is niet psychoactief.
- Kortetermijneffecten van THC: o.a. versnelde hartslag, bloeddrukverlaging, hoofdpijn, duizeligheid, slaperigheid, angst, en concentratie- en geheugenproblemen
- Langetermijneffecten van THC: o.a. verslaving, slapeloosheid, somberheid, concentratieproblemen, schade aan luchtwegen, longkanker en psychische stoornissen (depressie, angstklachten of schizofrenie)

## EXTRA 8

## DE STEM BANDEN

**13 Je kunt de bouw en werking van de stembanden beschrijven.**

- Stembanden: twee vliezen in het strottenhoofd.
  - De stembanden liggen achter het schildkraakbeen (de ‘adamsappel’).
  - Stemspleet: opening tussen de stembanden, waar lucht doorheen stroomt bij het ademen.
  - Bekerkraakbeentjes: bewegen de stembanden naar elkaar toe of van elkaar weg.
- De uitgeademde lucht kan de stembanden in trilling brengen.
  - Als de stembanden strakgespannen staan, klinkt je stem hoog.
  - Als je krachtig uitademt, klinkt je stem hard.

## ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN &amp; PRACTICA

**14 Je kunt de hypothese beoordelen door deze met de conclusie te vergelijken.****15 Je kunt beoordelen of de resultaten betrouwbaar zijn.****16 Je kunt koolstofdioxide aantonen met een indicator.****17 Je kunt in lucht een verschil in hoeveelheid zuurstof en koolstofdioxide aantonen.****18 Je kunt omschrijven wat het ademvolume, de vitale capaciteit en het longvolume is.** Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.



# 2

## Voeding en vertering

In je voedsel zitten allerlei stoffen die je lichaam nodig heeft. Voordat je lichaam deze stoffen kan gebruiken, moet het voedsel worden verteerd. Voeding kan gezond of minder gezond zijn.

### BASISSTOF

|   |                                         |     |
|---|-----------------------------------------|-----|
| 1 | Voedingsmiddelen en voedingsstoffen     | 92  |
| 2 | Het verteringsstelsel                   | 102 |
| 3 | De organen voor vertering               | 111 |
| 4 | Gezonde voeding                         | 121 |
| 5 | Voedselbederf                           | 132 |
| 6 | Voeding en vertering bij zoogdieren     | 140 |
|   | Samenhang                               | 146 |
|   | <i>Vliegenlarven voor je viervoeter</i> |     |

### EXTRA STOF

|   |                    |     |
|---|--------------------|-----|
| 7 | Nadenken over eten | 149 |
| 8 | Productinformatie  | 153 |

### ONDERZOEK

|  |                   |     |
|--|-------------------|-----|
|  | Leren onderzoeken | 156 |
|  | Practica          | 163 |

### AFSLUITING

|  |                     |                                                                                     |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Samenvatting        | 176                                                                                 |
|  | Diagnostische toets |  |









# 1 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen

## LEERDOELEN

- 2.1.1 Je kunt de functies van voedingsstoffen en voedingsvezel in voedingsmiddelen noemen.

2.1.2 Je kunt zes groepen voedingsstoffen noemen met hun functies en kenmerken.

2.1.3 Je kunt essentiële en niet-essentiële voedingsstoffen onderscheiden.
- Leren onderzoeken 1

► Practica 1, 2, 3 en 4

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |                        |       |
|------------|--------------------------|------------------------|-------|
|            | 2.1.1                    | 2.1.2                  | 2.1.3 |
| Onthouden  | 1ae                      | 1b, 2e                 | 3abce |
| Begrijpen  | 1cd, 4                   | 2abcd, 4               | 3d, 4 |
| Toepassen  | 5ab, 6abc, 10b           | 5d, 6abc, 7ab, 8b, 10b | 8abc  |
| Analyseren | 5e, 6d, 10c              | 5c, 6d, 7cde, 9, 10acd | 8d    |

**Voedsel is afkomstig van de wortels, stengels, bladeren, vruchten en zaden van planten. Veel mensen eten ook dieren en dierlijke producten. In voedsel zitten de voedingsstoffen die je lichaam nodig heeft.**

## PLANTAARDIG OF DIERLIJK

Alle producten die je eet en drinkt, noem je **voedingsmiddelen**. Voedingsmiddelen kunnen plantaardig of dierlijk zijn (zie afbeelding 1).

Plantaardige voedingsmiddelen zijn afkomstig van planten of gemaakt van planten. Dierlijke voedingsmiddelen zijn afkomstig van dieren of van producten van dieren. Vlees is meestal afkomstig van dieren die speciaal daarvoor zijn gefokt. Eieren en melk zijn ook producten van dieren. Van melk worden zuivelproducten gemaakt, zoals boter, kaas en yoghurt.

**Afb. 1** Voedingsmiddelen.



1 plantaardige voedingsmiddelen



2 dierlijke voedingsmiddelen

Er zijn ook plantaardige producten die je kunt gebruiken in plaats van boter en melk, zoals halvarine en sojadrink (zie afbeelding 2). Sojadrink wordt gemaakt van sojabonen (peulvruchten). Halvarine wordt gemaakt van plantaardige olie, bijvoorbeeld van de olie uit zonnebloempitten of olijven.

**Afb. 2** Sojadrink en halvarine.





## FUNCTIES VAN VOEDINGSSTOFFEN

Voedingsmiddelen bevatten voedingsstoffen. **Voedingsstoffen** zijn stoffen die je lichaam nodig heeft voor energie, groei en herstel (zie afbeelding 3). Voedingsstoffen kunnen vier functies vervullen in je lichaam:

- brandstof
- bouwstof
- reservestof
- beschermende stof

**Brandstoffen** leveren energie. In elke cel van je lichaam vindt verbranding plaats. Voor deze verbranding zijn brandstoffen nodig. Alle organen in je lichaam hebben energie nodig om te kunnen werken (zie afbeelding 3.1). Ook voor het op peil houden van je lichaamstemperatuur en voor groei, ontwikkeling en herstel van je lichaam is energie nodig.

**Bouwstoffen** zijn nodig voor groei en ontwikkeling van je lichaam en voor herstel bij verwondingen en beschadigingen (zie afbeelding 3.2). Met behulp van bouwstoffen kan je lichaam nieuwe cellen en weefsels maken.

**Reservestoffen** zijn niet direct nodig als bouwstof of brandstof. Ze worden opgeslagen in je lichaam.

**Beschermende stoffen** zorgen ervoor dat je niet ziek wordt.

**Afb. 3** Je lichaam heeft voedingsstoffen nodig.



1 brandstoffen om energie te krijgen



2 bouwstoffen om nieuwe cellen te maken

Eerder heb je geleerd dat de bloedsuikerspiegel wordt geregeld via hormonen. Als het glycogeengehalte in de lever daalt, krijg je honger. In de lever zijn cellen aanwezig die bij een laag glycogeengehalte impulsen afgeven aan het hongercentrum in je hersenen. Ook andere factoren, zoals hoe vol je maag is en de bloedsuikerspiegel, spelen een rol bij het hongergevoel.

## ZES GROEPEN VOEDINGSSTOFFEN

Er zijn zes groepen voedingsstoffen: eiwitten, koolhydraten, vetten, water, mineralen en vitamines. Je hebt alle groepen voedingsstoffen nodig om gezond te blijven. Vooral een tekort aan mineralen en vitamines kan ziekte veroorzaken. Mineralen en vitamines zijn beschermende stoffen.

### EIWITTEN

**Eiwitten** zijn belangrijke bouwstoffen in je lichaam. Voor de vorming van cytoplasma zijn bijvoorbeeld veel eiwitten nodig. Ook voor de opbouw van spieren heb je eiwitten nodig. Een teveel aan eiwit in je voeding wordt gebruikt als brandstof, of het wordt omgezet in vet en dan opgeslagen als reservestof. In afbeelding 4 zie je voedingsmiddelen die veel eiwitten bevatten.



## KOOLHYDRATEN

Tot de **koolhydraten** behoren onder andere suikers (waaronder glucose), zetmeel en glycogeen. Ook voedingsvezels zijn koolhydraten. Je lichaam gebruikt koolhydraten vooral als brandstof, maar ze kunnen ook dienen als bouwstof. Als je meer koolhydraten binnenkrijgt dan je nodig hebt, worden ze omgezet in vet en opgeslagen als reservestof. Als je met je voedsel veel koolhydraten binnenkrijgt, stijgt de hoeveelheid glucose in het bloed. Onder invloed van insuline uit de alvleesklier wordt glucose dan in de lever en de spieren omgezet in glycogeen. Glycogeen is een reservestof die wordt opgeslagen tot de hoeveelheid glucose in je bloed weer daalt. Onder invloed van het hormoon glucagon zet de lever het glycogeen dan weer om in glucose en geeft de glucose af aan het bloed. In afbeelding 5 zie je voedingsmiddelen die veel koolhydraten bevatten. In aardappelen, zaden en graanproducten zit veel zetmeel, in jam en vruchtensap zit bijvoorbeeld veel suiker. Dierlijke voedingsmiddelen bevatten meestal weinig koolhydraten.

**Afb. 4** Voedingsmiddelen met veel eiwitten.



**Afb. 5** Voedingsmiddelen met veel koolhydraten.



## VETTEN

**Vetten** dienen vooral als brandstof, maar worden ook gebruikt als bouwstof en als reservestof. Je voedsel hoeft niet veel vet te bevatten. Als je meer vet binnenkrijgt dan je nodig hebt, wordt het als reservestof opgeslagen, bijvoorbeeld onder je huid. De onderhuidse vetlaag wordt dan dikker. In afbeelding 6 zie je voedingsmiddelen die veel vetten bevatten.

Er zijn verzadigde vetten en onverzadigde vetten. Onverzadigde vetten zijn gezonder. Ze zijn vloeibaar bij kamertemperatuur. Verzadigde vetten hebben een vaste vorm bij kamertemperatuur.

## WATER

Je lichaam bestaat voor ongeveer 60% uit **water**. Water is dan ook een belangrijke bouwstof voor je lichaam. Ook andere organismen bestaan voor het grootste deel uit water. Water is nodig voor het vervoer van stoffen in je lichaam. De meeste stoffen kunnen alleen goed door je lichaam worden vervoerd als ze zijn opgelost in water. Bijvoorbeeld in bloed, dat voor een groot deel uit water bestaat. Dranken, fruit en sommige groenten bevatten veel water (zie afbeelding 7).

**Afb. 6** Voedingsmiddelen met veel vetten.



**Afb. 7** Voedingsmiddelen met veel water.





## MINERALEN

**Mineralen** worden ook wel zouten genoemd. Voorbeelden van mineralen zijn calcium (kalk), natrium, magnesium en ijzer. Je hebt verschillende mineralen nodig als bouwstof. Voor de opbouw van botten bijvoorbeeld is kalk nodig. Mineralen zijn ook beschermende stoffen die je nodig hebt om gezond te blijven.

## VITAMINEN

**Vitaminen** dienen ook als bouwstof en beschermende stof. Als je te weinig vitaminen binnenkrijgt, word je ziek. Maar ook als je te veel vitaminen binnenkrijgt, kun je ziek worden. Als je normaal en gezond eet, krijg je voldoende vitaminen binnen. Voor de meeste mensen is het dan niet nodig om vitaminepillen te gebruiken.

Vitaminen worden aangegeven met een letter. Belangrijke vitaminen zijn vitamine A, B, C, D en K. Vitamine A is nodig voor de opbouw van je huid en om goed te kunnen zien. Vitamine D is nodig voor het vastleggen van kalk in je botten. Vitamine D wordt aangemaakt in je huid onder invloed van zonlicht.

In afbeelding 8 en 9 zie je voedingsmiddelen die veel vitaminen en mineralen bevatten.

**Afb. 8** Voedingsmiddelen met veel mineralen en vitamine A, B, D, E en K.



**Afb. 9** Voedingsmiddelen met veel mineralen en vitamine B, C en K.



## VOEDINGSVEZEL

**Voedingsvezel** (of vezels) is een verzamelnaam voor plantaardige stoffen die je lichaam niet kan verteren. Vezels behoren tot de koolhydraten en zijn afkomstig uit de celwanden van planten. Ze zitten vooral in groente, fruit, aardappelen, volkorenbrood, volkoren ontbijtgranen, peulvruchten en noten, en zorgen voor een verzadigd gevoel (verzadigd = het gevoel dat je genoeg hebt gegeten). Voedingsvezel is nodig voor een goede darmwerking.

## ESSENTIËLE VOEDINGSSTOFFEN

De cellen van je lichaam gebruiken voedingsstoffen voor opbouw en herstel, de energievoorziening en het regelen van de werking van je lichaam. Voor deze celprocessen zijn ongeveer vijftig verschillende voedingsstoffen nodig. Je lichaam kan deze stoffen niet (of niet voldoende) zelf maken. Je moet ze daarom binnenkrijgen met je voedsel. De stoffen die je lichaam niet (of niet voldoende) zelf kan maken, zijn de **essentiële voedingsstoffen** (onmisbare voedingsstoffen). Een voorbeeld is vitamine C. Ook veel bouwstenen van eiwitten en enkele bouwstenen van vetten behoren tot de essentiële voedingsstoffen.

Eiwitten zijn ketens van enkele tientallen tot meer dan duizend aminozuren. In eiwitten van mensen komen twintig verschillende aminozuren voor. Twaalf daarvan kunnen volwassenen zelf maken. Stoffen die je lichaam zelf kan maken, zijn **niet-essentiële voedingsstoffen**. Als deze stoffen niet of niet voldoende voorkomen in je voedsel, worden ze gevormd in de lever. Ook de meeste vetten kan je lichaam zelf maken. Daardoor hoeft je voedsel maar weinig vetten te bevatten. Alleen enkele onverzadigde vetten moeten in het voedsel voorkomen. Een voorbeeld hiervan is linolzuur.



## KENNIS

1

- a** Wat zijn voedingsmiddelen?
- b** Welke zes groepen voedingsstoffen zijn er?
- c**
- Halvarine is een *dierlijk / plantaardig* voedingsmiddel.
  - Haring is een *dierlijk / plantaardig* voedingsmiddel.
  - Roomboter is een *dierlijk / plantaardig* voedingsmiddel.
  - Sojamelk is een *dierlijk / plantaardig* voedingsmiddel.
- d** Welk begrip hoort bij de beschrijving?
- |                                                |                       |                                              |
|------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| A een tekort hieraan kan ziekte veroorzaken    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 beschermende stoffen |
| B leveren energie                              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 bouwstoffen          |
| C nodig om cellen en weefsels op te bouwen     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 brandstoffen         |
| D onverteerbare stoffen in plantaardig voedsel | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 reservestoffen       |
| E worden opgeslagen voor later gebruik         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 5 voedingsvezels       |
- e** Wat is de functie van voedingsvezels in voeding?

2

- a** Welke groep voedingsstoffen hoort bij de beschrijving?
- vooral brandstof, ook bouwstof en reservestof die onder de huid wordt opgeslagen:  
.....
  - bouwstof en vervoer van stoffen: .....
  - bouwstof en beschermende stof, bijvoorbeeld om goed te kunnen zien:  
.....
  - vooral bouwstof, ook brandstof: .....
  - bouwstof en beschermende stof, bijvoorbeeld kalkzouten voor de opbouw van botten:  
.....
  - vooral brandstof, ook bouwstof en reservestof, bijvoorbeeld suikers en zetmeel:  
.....
- b**
- Komkommer bevat veel *eiwitten / koolhydraten / mineralen / vetten / vitaminen / water*.
  - Vis bevat veel *eiwitten / koolhydraten / mineralen / vitaminen / water*.
- c** De voedingsmiddelen in afbeelding 9 bevatten niet alleen veel mineralen en vitaminen, maar ook veel *eiwitten / koolhydraten / vetten / voedingsvezels / water*.
- d** Tabel 1 is een deel van een voedingsmiddelentabel. Hierin is van 100 g avocado weergegeven hoeveel van elke voedingsstof erin voorkomt (de voedingswaarde). Welke voedingsstof komt normaal gesproken niet veel voor in fruit, maar tref je wel veel aan in avocado? .....
- e** Als het glycogeengehalte in je lever *daalt / stijgt*, krijg je honger.

**Tabel 1** Samenstelling van avocado.

|                   | Energie | Energie | Water | Eiwit | Koolhydraten | Suikers | Vet  | Verzadigd vet | Onverzadigd vet | Cholesterol | Vezels |
|-------------------|---------|---------|-------|-------|--------------|---------|------|---------------|-----------------|-------------|--------|
| Eenheid per 100 g | kcal    | kJ      | g     | g     | g            | g       | g    | g             | g               | mg          | g      |
| Avocado           | 188     | 790     | 70,4  | 2,6   | 1,5          | 1,4     | 18,1 | 3,8           | 13,3            | 0,0         | 6,4    |



3

- a** Wat zijn essentiële voedingsstoffen?
- b** Als niet-essentiële voedingsstoffen niet of niet voldoende voorkomen in je voedsel, worden ze gevormd in de .....
- c** In eiwitten komen *12 / 20 / 50* verschillende aminozuren voor; *12 / 20 / 50* daarvan kunnen volwassenen zelf maken.
- d** Linolzuur is een *essentieel / niet-essentieel* vet.
- e** Waarvoor hebben de cellen van je lichaam voedingsstoffen nodig?

4



## Samenvatting

- Wat is het verschil tussen voedingsstoffen en voedingsmiddelen?
- Geef voorbeelden van dierlijke en plantaardige voedingsmiddelen.
- Wat zijn voedingsvezels en wat is hun functie?
- Welke zes groepen voedingsstoffen zijn er en wat zijn de functies van elke groep?
- Wat is het verschil tussen essentiële en niet-essentiële voedingsstoffen?



INZICHT

5

- a In afbeelding 10.1 zie je verschillende soorten peulvruchten.  
Welke delen van de plant eet je als je deze peulvruchten eet?
- b Leg uit dat peulvruchten meehelpen aan een goede werking van de darmen.
- c Mensen die geen vlees eten, eten in plaats daarvan vaak peulvruchten om voldoende van een bepaalde groep voedingsstoffen binnen te krijgen. Leg uit waarom.
- d In afbeelding 10.2 zie je verschillende dierlijke voedingsmiddelen.  
Welke groep voedingsstoffen leveren dierlijke voedingsmiddelen nauwelijks?  
  
.....
- e Karlijn eet dagelijks erg veel vlees, Margriet maar één of twee per week.  
Heeft Karlijn dezelfde hoeveelheid koolhydraten nodig als Margriet? Leg je antwoord uit.

Afb. 10



1 peulvruchten



2 dierlijke voedingsmiddelen

6

- In afbeelding 11 zie je twee maaltijden.
- a Leg uit welke maaltijd de grootste hoeveelheid beschermende stoffen bevat.
  - b Leg uit welke maaltijd de grootste hoeveelheid brandstoffen bevat.
  - c Welke maaltijd is het best voor een goede darmwerking? Leg je antwoord uit.
  - d In tabel 2 staat de voedingswaarde van drie soorten brood.  
Als je volkorenbrood eet in plaats van witbrood, worden minder koolhydraten opgeslagen als reservestof.  
Geef twee redenen hiervoor.

Tabel 2 Voedingswaarden van brood (per 100 g).

|                   | Bruinbrood | Volkorenbrood | Witbrood |
|-------------------|------------|---------------|----------|
| Energie (kcal)    | 236        | 234           | 247      |
| Vetten (g)        | 1,7        | 2,3           | 1,6      |
| Koolhydraten (g)  | 43         | 39            | 48       |
| Voedingsvezel (g) | 5          | 6,7           | 2,5      |
| Eiwitten (g)      | 10         | 11            | 9        |
| Zout (g)          | 0,4        | 0,4           | 0,4      |



**Afb. 11** Twee maaltijden.

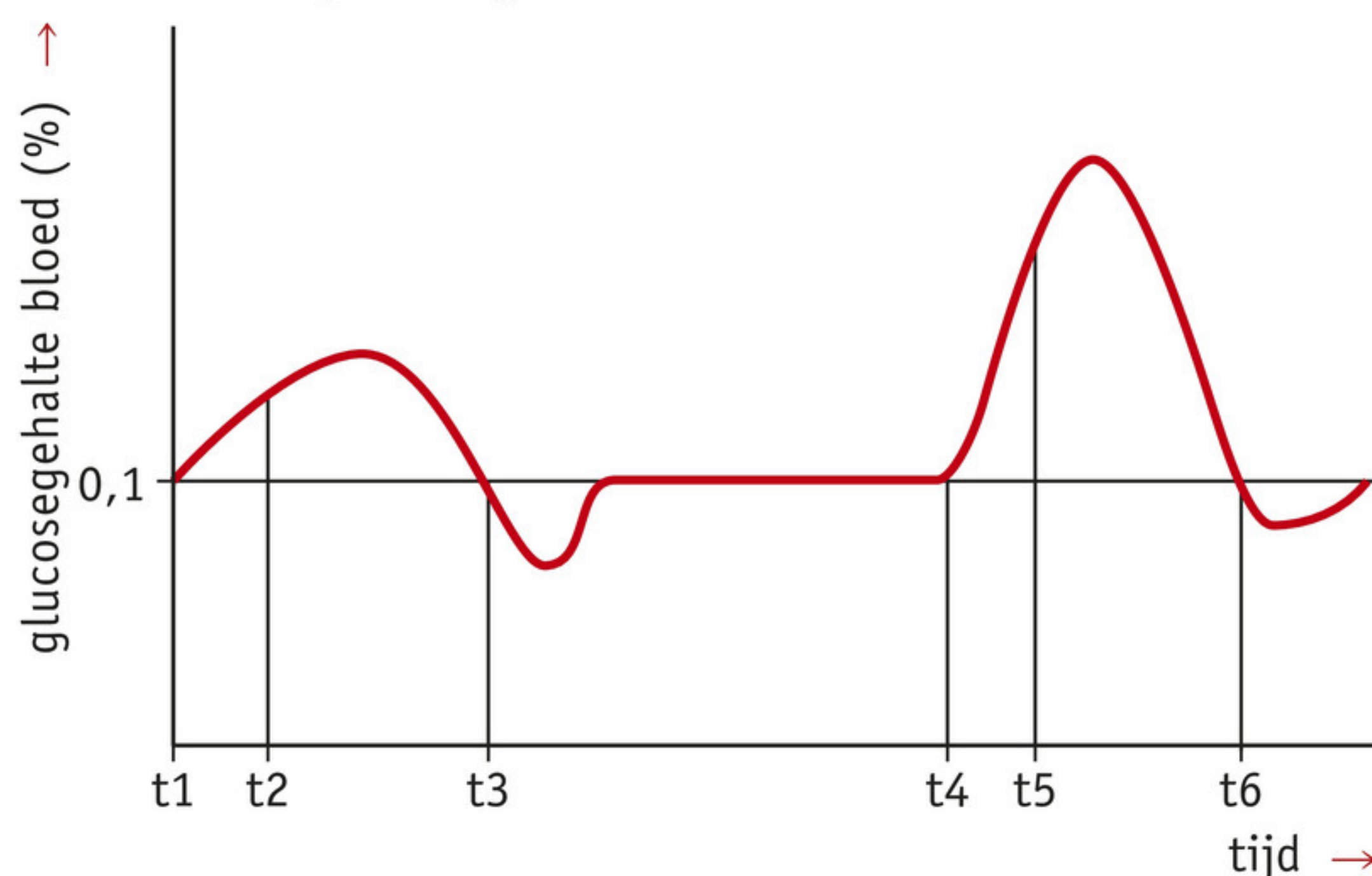
maaltijd 1



maaltijd 2

7

- a** Als het glucosegehalte van het bloed hoger wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans hierop door ..... te produceren. Dit heeft tot gevolg dat er ..... wordt omgezet in .....
- b** Als het glucosegehalte van het bloed lager wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans hierop door veel ..... te produceren. Dit heeft tot gevolg dat er ..... wordt omgezet in .....
- c** In afbeelding 12 zie je het glucosegehalte in het bloed van Loes gedurende een bepaalde tijd. Afbeelding 13 laat zien welke maaltijden ze eet tijdens de uren dat het glucosegehalte van haar bloed wordt gemeten. Op welke tijdstippen in de grafiek van afbeelding 12 is Loes net begonnen met eten? Leg je antwoord uit.
- d** Op welke tijdstippen produceren de eilandjes van Langerhans bij Loes insuline? Leg je antwoord uit.
- e** Op welke tijdstippen produceren de eilandjes van Langerhans bij Loes glucagon? Leg je antwoord uit.

**Afb. 12** Het glucosegehalte van het bloed van Loes.**Afb. 13** Twee maaltijden.

1 witbrood met jam



2 salade met groenten



8

- a** Sommige mensen eten heel eenzijdig: ze eten elke dag ongeveer hetzelfde. Als je eenzijdig eet, heb je een grotere kans om ziek te worden. Leg dat uit.
- b** Scheurbuik was een van de voornaamste doodsoorzaken aan boord van zeilschepen op de verre ontdekkings- en handelsreizen die na de middeleeuwen werden gemaakt. Het was in die tijd nog niet mogelijk om verse groente en fruit mee te nemen op lange vaartochten. Scheurbuik ontstaat door een langdurig gebrek aan vitamine C. Doordat de wanden van de bloedvaatjes kapotgaan, ontstaan inwendige bloedingen. Is vitamine C een essentiële voedingsstof of een niet-essentiële voedingsstof? Leg je antwoord uit.
- c** Koolhydraten zijn belangrijke brandstoffen. Leg uit dat er nog steeds verbranding in je lichaam kan plaatsvinden, ook al eet je geen koolhydraten.
- d** De indeling in essentiële en niet-essentiële voedingsstoffen betekent niet dat de ene groep minder belangrijk is dan de andere. Leg dat uit.

+ 9

Topsporters hebben meer voedingsstoffen nodig dan mensen die alleen recreatief bewegen. Een goede voeding draagt bij aan betere sportprestaties.

- a** Leg uit waarom een topsporter per dag ongeveer de hoeveelheid koolhydraten van 2 kg spaghetti binnen moet krijgen.
- b** Als een topsporter tijdens een wedstrijd veel energie nodig heeft en alle beschikbare glucose in zijn lichaam al heeft verbruikt, wordt de glycogeenvoorraad in de lever en de spieren het eerst aangesproken. Waarom moet een topsporter bij zijn ontbijt al veel koolhydraten eten als hij pas 's middags een belangrijke wedstrijd heeft?
- c** Ook na een zware training of wedstrijd is het voor een topsporter belangrijk om goed te eten. Aangeraden wordt om twee uur na het sporten voldoende koolhydraten te eten. Leg uit waarom.

## SAMENHANG leefwereld

### KANT EN KLAAR

Een Amerikaanse softwareontwikkelaar vond het zonde van zijn kostbare tijd om voor een maaltijd steeds voedingsmiddelen te moeten kopen, bereiden, op te eten en om daarna ook nog alles op te ruimen. Om tijd te besparen leefde hij op pizza's en instant-noedels en nam hij vitamine-C-pillen. Omdat hij zelf merkte dat deze manier van leven niet bepaald gezond was, ontwikkelde hij een poeder dat alle voedingsstoffen bevat om een maaltijd (ontbijt, lunch of diner) te vervangen. Met water maak je een shake van het poeder en klaar is kees. De shake kun je drinken, terwijl je ondertussen door blijft gaan met werken, studeren, gamen, enzovoort. Je kunt dus sneller en efficiënter eten. Het poeder is bovendien veel langer houdbaar en veel goedkoper dan gewone voedingsmiddelen. Ook kun je het gemakkelijk meenemen. Inmiddels zijn er meerdere bedrijven die maaltijdshakes produceren en zijn ze gewoon in de supermarkt te koop.

**Afb. 14** Een maaltijdshake.





10

Lees de tekst 'Kant en klaar'.

Maaltijdshakes bevatten wel alle voedingsstoffen maar geven minder snel een vol gevoel dan een ontbijt, lunch of diner.

- a Wat is hiervan het nadeel?
- b Marvin vergelijkt twee soorten maaltijdshakes met elkaar. In tabel 3 staat de voedingswaarde van de maaltijdshakes per 100 gram weergegeven.  
Welke maaltijdshake past het best in een gezond eetpatroon? Leg je antwoord uit.
- c Maaltijdshakes zijn bedoeld voor volwassenen en bevatten alle voedingsstoffen die een volwassen persoon dagelijks nodig heeft.  
Leg uit waarom een maaltijdshake voor volwassenen niet geschikt is voor pubers.
- d De bedenker van maaltijdshakes vergelijkt het eten van een maaltijd met een film kijken. Hij vindt het leuk om af en toe een film te kijken maar niet elke dag. Hij wil dus alleen tijd uittrekken voor het bereiden en eten van een maaltijd als hij daar zin in heeft. Anders drinkt hij liever een maaltijdshake.  
Hoe denk jij hierover? Geef een aantal redenen waarom je wel of niet maaltijdshakes zou willen drinken.

**Tabel 3** Voedingswaarde van maaltijdshakes.

|                 | Eiwitten | Koolhydraten                    | Vet    | Verzadigd vet | Vezels |
|-----------------|----------|---------------------------------|--------|---------------|--------|
| Maaltijdshake 1 | 21,6 g   | 43,8 g (waarvan suikers: 1,4 g) | 12,8 g | 1,8 g         | 11 g   |
| Maaltijdshake 2 | 23 g     | 46 g (waarvan suikers: 18,4 g)  | 23 g   | 2,3 g         | 4,6 g  |

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



## 2 Het verteringsstelsel

### LEERDOELEN

2.2.4 Je kunt de werking en functie van vertering, verteringssappen en enzymen beschrijven.

► Practica 5 en 6

2.2.5 Je kunt de delen van een gebit noemen met hun functie.

2.2.6 Je kunt de werking en functie van de darmperistaltiek beschrijven.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |              |       |        |         |
|------------|--------------------------|--------------|-------|--------|---------|
|            | 2.2.4                    | 2.2.5        | 2.2.6 | 2.1.1* | 2.1.2*  |
| Onthouden  | 1ad                      | 2a           |       |        |         |
| Begrijpen  | 1bce, 4, 6a              | 2bc, 4       | 3, 4  |        |         |
| Toepassen  | 6bc, 7ce, 8a             | 8a           |       | 10b    | 10b     |
| Analyseren | 5, 7abd, 8b, 9ab         | 8b, 9b, 10ac | 9b    | 9ab    | 9c, 10a |

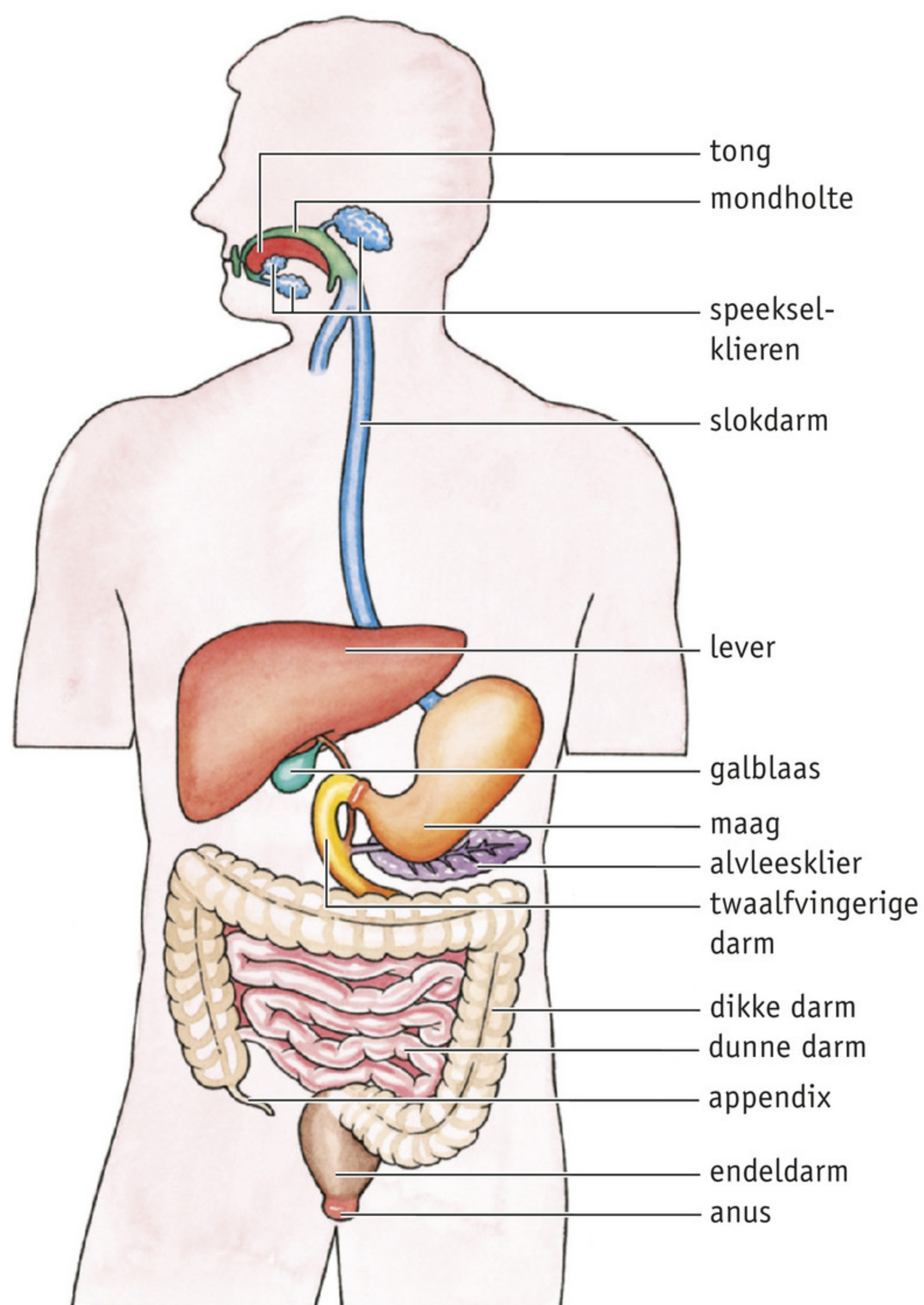
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Je lichaam heeft voedingsstoffen nodig om te kunnen functioneren. Voordat je cellen de voedingsstoffen kunnen opnemen, moet je voedsel worden verteerd. Daarvoor zorgt het verteringsstelsel.**

### VERTERING

In afbeelding 1 is het **verteringsstelsel** van de mens getekend. Het verteringsstelsel bestaat voor het grootste deel uit een (lang) kanaal van de mond tot de anus: het **darmkanaal**.

**Afb. 1** Het verteringsstelsel van de mens.





In het verteringsstelsel worden de voedingsstoffen uit het voedsel opgenomen in het bloed. Sommige voedingsstoffen kunnen door de wand van het darmkanaal heen in het bloed worden opgenomen. Voorbeelden daarvan zijn glucose, mineralen, water en vitaminen. Deze stoffen hoef je niet eerst te verteren. Andere voedingsstoffen kunnen niet door de darmwand heen. Voorbeelden daarvan zijn eiwitten, de meeste koolhydraten (bijvoorbeeld suiker en zetmeel) en vetten. Deze voedingsstoffen moeten eerst worden verteerd.

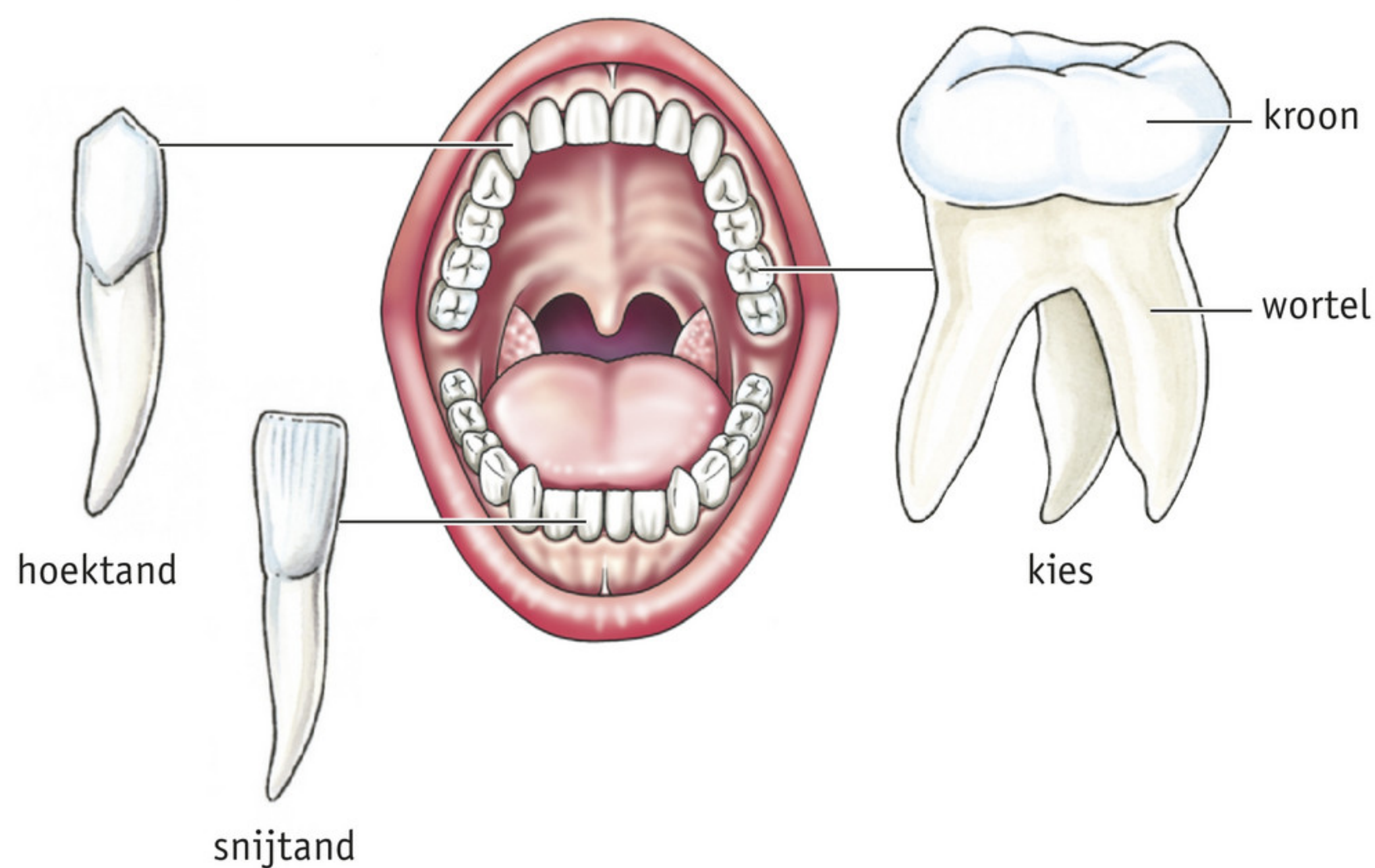
Bij **vertering** worden grotere voedingsstoffen afgebroken tot kleinere **verteringsproducten** die wel door de darmwand heen in het bloed kunnen worden opgenomen. De afbraak gebeurt in twee stappen:

- voedsel in kleine stukjes verdelen door te kauwen
- voedingsstoffen omzetten met behulp van verteringssappen

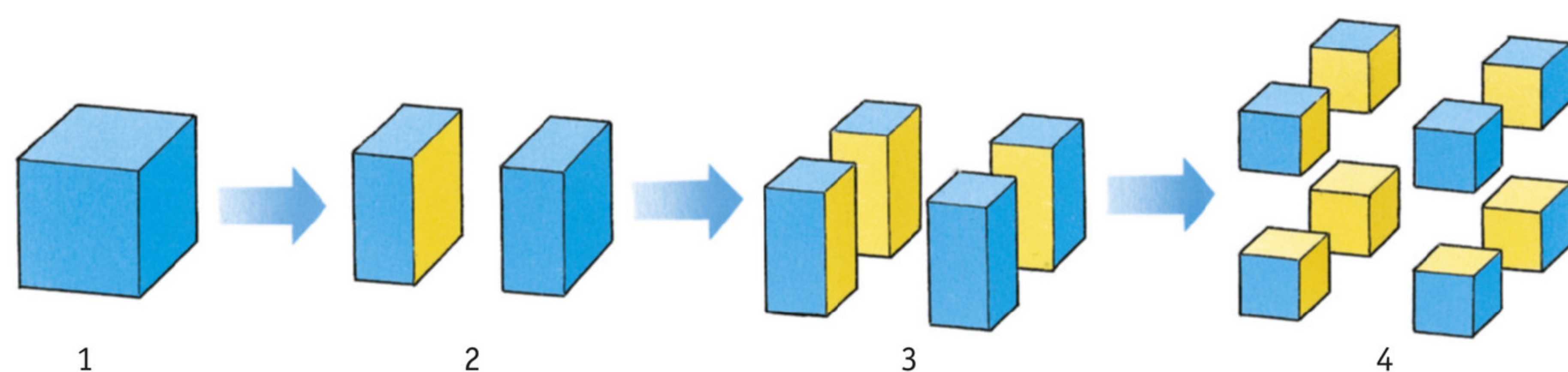
### KAUWEN

Voedsel komt eerst in je mond. Je gebit bestaat uit tanden en kiezen. Met **snijtanden** en **hoektanden** bijt je stukken van je voedsel af. Bij de mens zijn de hoektanden iets puntiger dan de snijtanden (zie afbeelding 2). **Kiezen** hebben een knobbelige bovenkant. Daardoor kan het voedsel tussen de kiezen worden fijngemalen. Je voedsel wordt daardoor in kleine stukjes verdeeld, zodat je het beter kunt doorslikken. Het kauwen heeft ook een functie bij de vertering. Door het voedsel in kleine stukjes te verdelen, wordt het oppervlak van het voedsel vergroot (zie afbeelding 3). Dit noem je **mechanische vertering**.

**Afb. 2** Het gebit.



**Afb. 3** Oppervlaktevergroting (geel) door kauwen.





## VERTERINGSSAPPEN

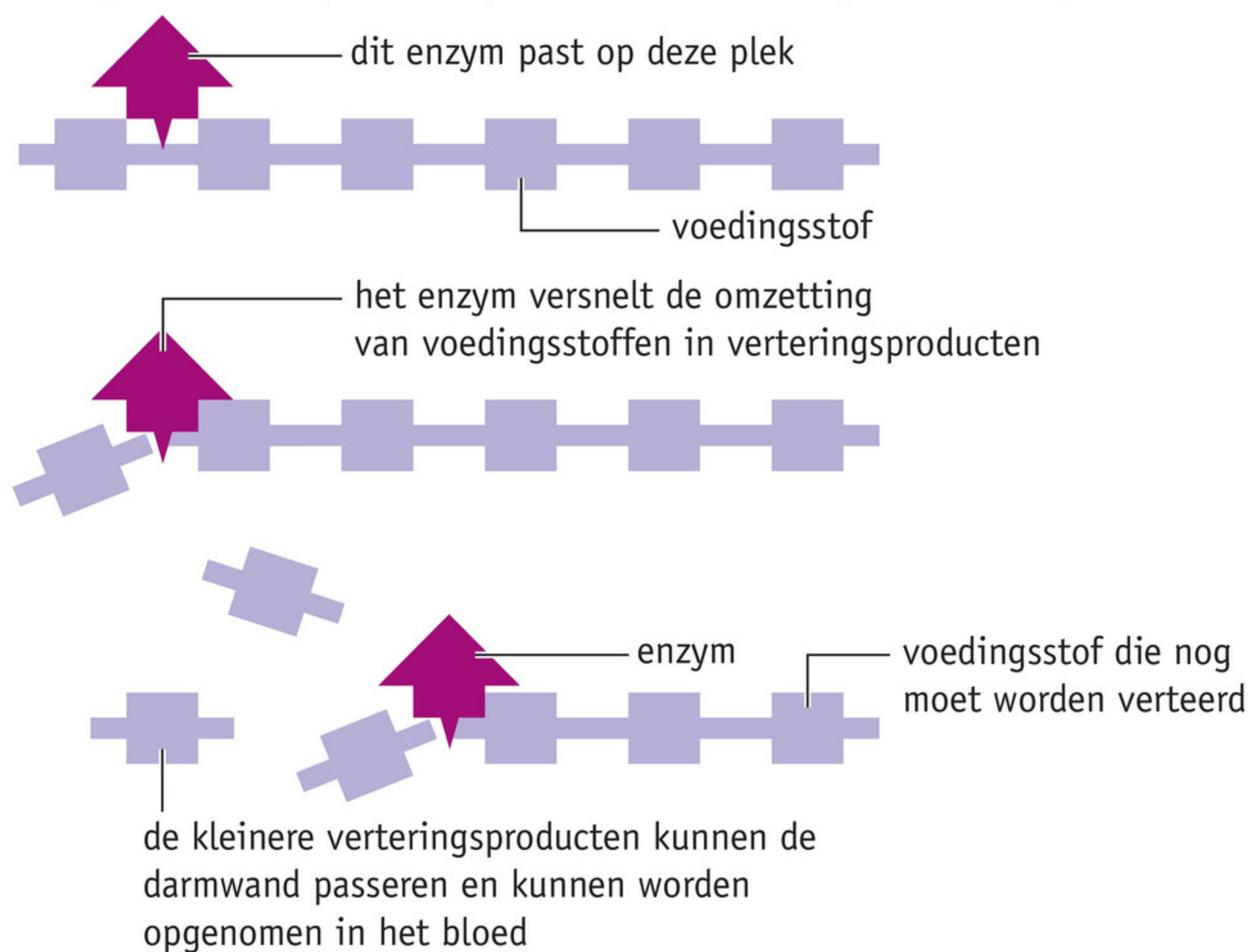
De vertering gebeurt met behulp van **verteringssappen**. Speeksel en maagsap zijn voorbeelden van verteringssappen. Verteringssappen worden gemaakt door **verteringsklieren**. De verteringsklieren bij de mens zijn:

- de speekselklieren
- de maagsapklieren
- de lever
- de alveesklier
- de darmsapklieren

Verteringssappen zorgen ervoor dat de stoffen in je voedsel worden afgebroken tot steeds kleinere stoffen (de verteringsproducten). Daarbij vinden scheikundige reacties plaats: stoffen worden omgezet in andere stoffen. Dit deel van de vertering noem je daarom **chemische vertering**.

Veel verteringssappen bevatten **enzymen**. Enzymen zijn stoffen die scheikundige reacties sneller laten verlopen (zie afbeelding 4). De enzymen in verteringssappen helpen zo om de stoffen in je voedsel af te breken. Door je voedsel te kauwen, vergroot je het oppervlak. De enzymen in verteringssappen kunnen dan over een groter oppervlak op het voedsel inwerken. Hierdoor zijn de voedingsstoffen in het voedsel beter bereikbaar voor de enzymen.

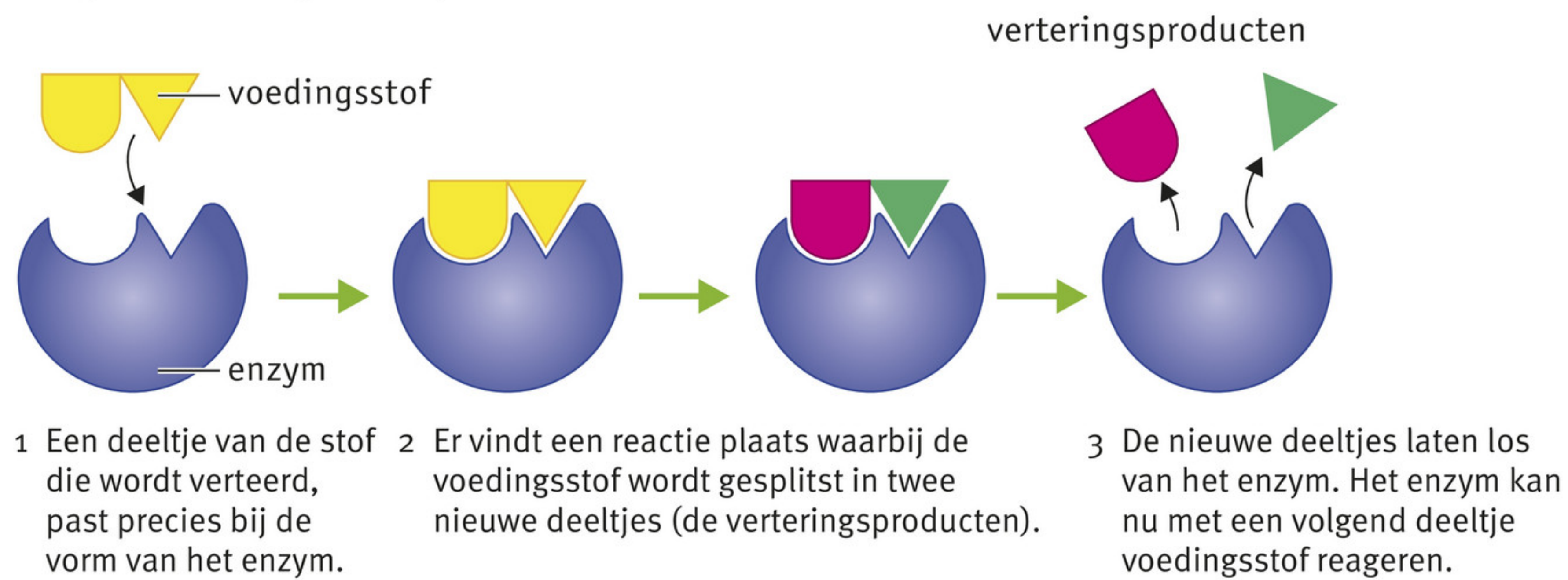
**Afb. 4** Met behulp van enzymen worden voedingsstoffen omgezet in verteringsproducten.



Voor elke reactie is een ander enzym nodig. In afbeelding 5 zie je dat een enzym een bepaalde vorm heeft. Een deeltje van de stof waarop het enzym inwerkt (het substraat), moet hier precies in passen. Vaak spreekt men daarom ook wel van het **sleutel-slotprincipe**.

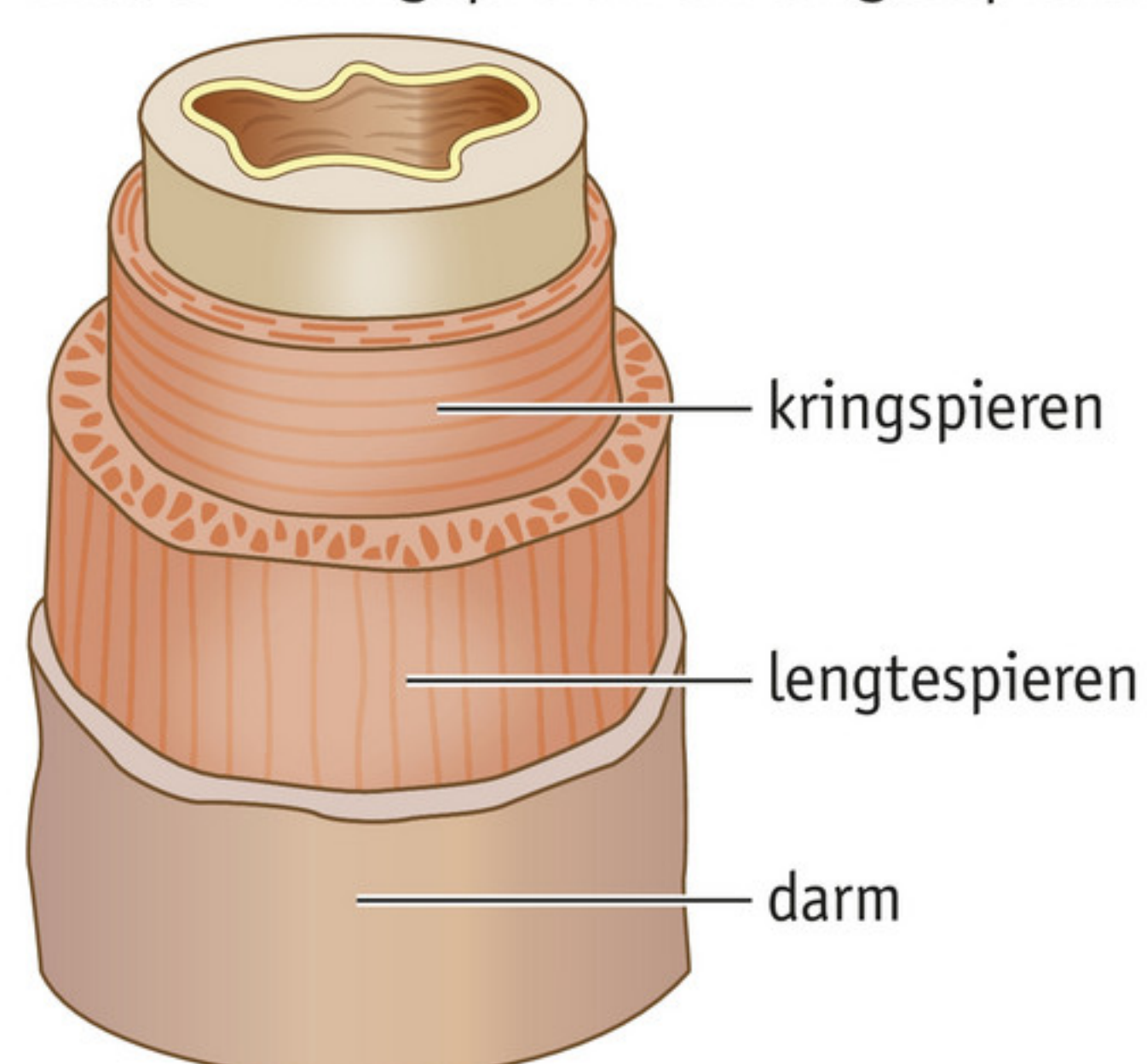
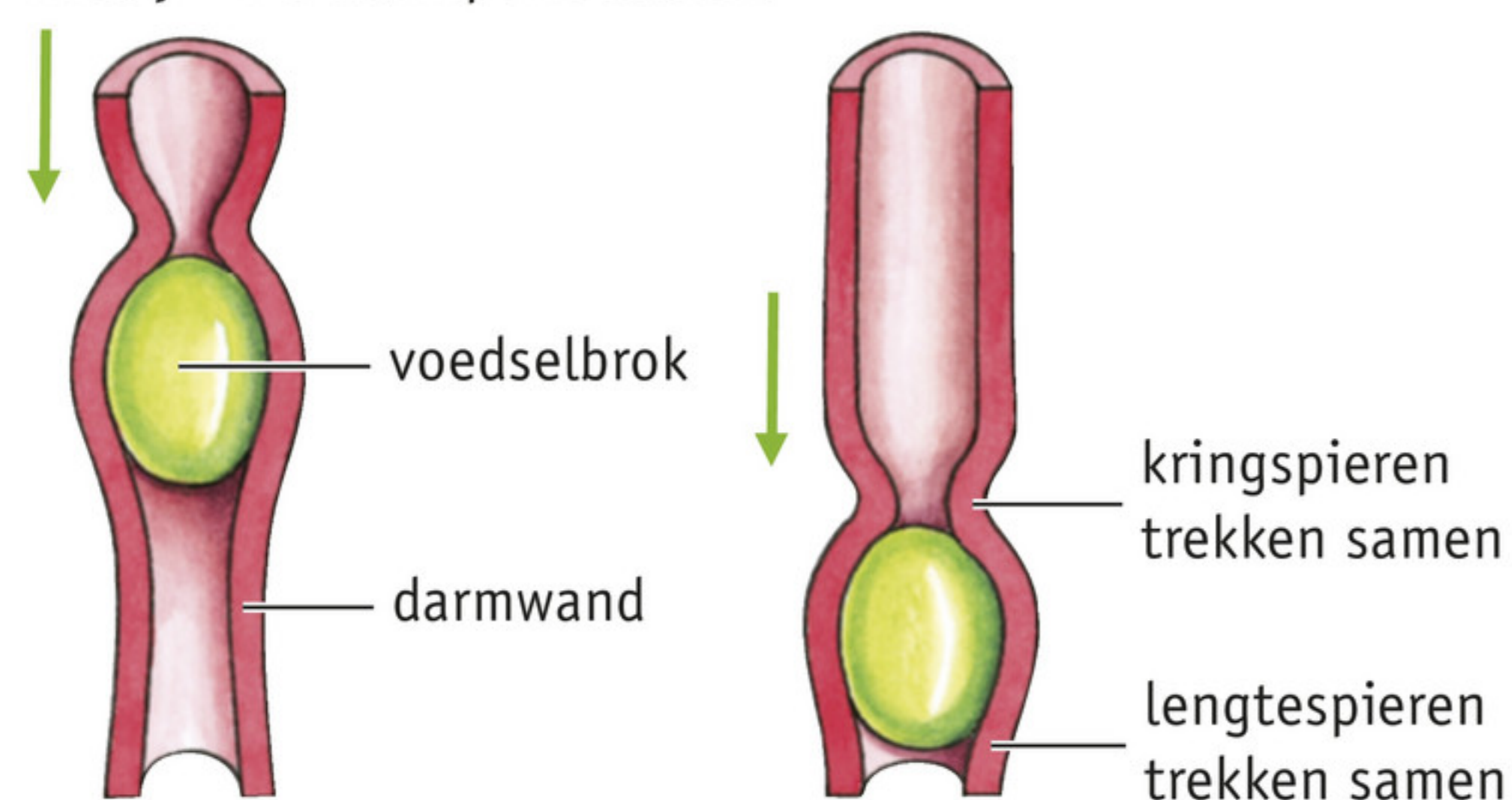
De werking van een enzym is onder andere afhankelijk van de temperatuur. Voor enzymen in ons lichaam is 37 °C een optimale temperatuur om te werken. Wanneer de temperatuur hoger of lager wordt, werken de enzymen minder goed.



**Afb. 5** De werking van enzymen.**DARMPERISTALTIEK**

In de wand van het gehele darmkanaal zitten **kringspiieren** en **lengtespiieren** (zie afbeelding 6). Doordat deze spieren zich afwisselend samentrekken en ontspannen, wordt het voedsel in de darm voortgeduwd. Ook wordt hierdoor de voedselbrij gekneed en goed vermengd met verteringssappen. Deze bewegingen van de darmwand noem je **peristaltische bewegingen** of **darmperistaltiek**.

In afbeelding 7 zie je hoe de darmperistaltiek tot stand komt. Vlak achter een voedselbrok zijn de lengtespiieren ontspannen en trekken de kringspiieren zich samen. Het darmkanaal wordt daardoor op deze plaats nauwer en 'duwt' het voedsel vooruit. Vlak vóór de voedselbrok trekken de lengtespiieren zich samen en zijn de kringspiieren ontspannen. Daardoor gaat het voedsel vooruit. Voedingsvezels prikkelen de spieren in de darmwand en zorgen zo voor een goede darmwerking.

**Afb. 6** Kringspiieren en lengtespiieren.**Afb. 7** De darmperistaltiek.**KENNIS****1**

Voedingsstoffen die niet door de darmwand heen kunnen, worden eerst verteerd.

- Welke voedingsstoffen worden eerst verteerd voordat ze kunnen worden opgenomen via de darmwand?
- Het deel van de vertering waarbij stoffen worden omgezet in andere stoffen door verteringssappen, noem je *chemische* / *mechanische* vertering.
- Speeksel bevat een enzym dat zetmeel afbreekt. Leg uit dat dit enzym alleen kan inwerken op zetmeel.
- De enzymen in verteringssappen zorgen ervoor dat de vertering *langzamer* / *sneller* verloopt.
- De werking van enzymen is afhankelijk van de temperatuur. Elk enzym heeft een optimale temperatuur om te werken. Wanneer de temperatuur hoger wordt dan de optimumtemperatuur, neemt de werking van enzymen *af* / *toe*.



2

a Welke vorm en functie horen bij de delen van het gebit?

- |                                      |                       |                                                          |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| A functie van de kiezen              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 fijnmalen van voedsel            |
| B functie van de snij- en hoektanden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 iets puntiger dan snijtanden     |
| C vorm van de hoektanden             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 knobbelige bovenkant             |
| D vorm van de kiezen                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 stukken van het voedsel afbijten |

b De functie van het gebit is het voedsel in kleine stukjes verdelen.  
Welke twee voordelen heeft dat voor de verdere vertering?

c In afbeelding 8 zie je een foto van een kies.

Hoe noem je deel P? .....

Afb. 8



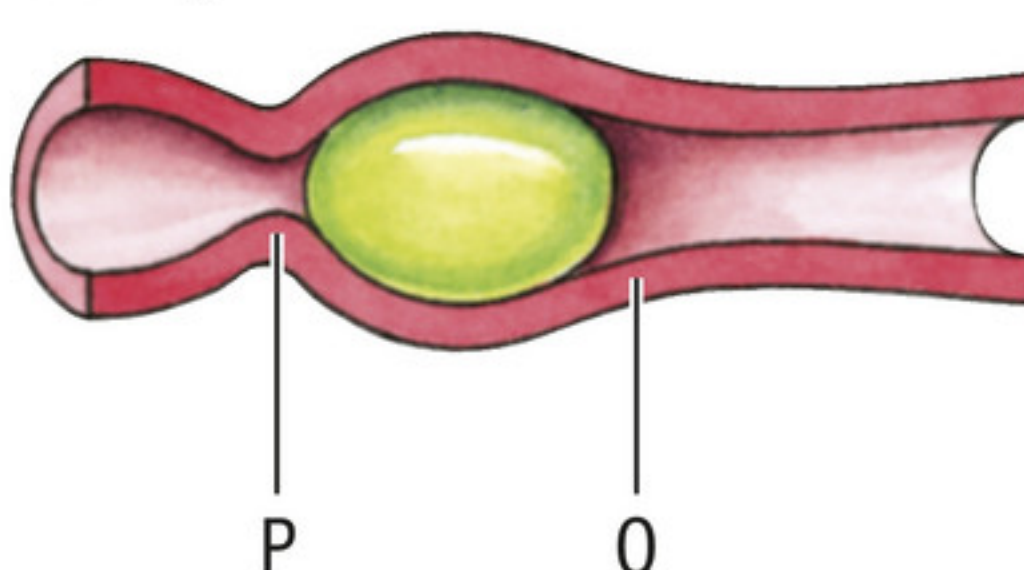
3

In afbeelding 9 zie je een stukje darm met een voedselbrok. Door peristaltische bewegingen wordt de voedselbrok voortgeduwd.

- a
- Op plaats P trekken de *kringspijeren* / *lengtespijeren* samen.  
De darm wordt daardoor *nauwer* / *wijder*.
  - Op plaats Q trekken de *kringspijeren* / *lengtespijeren* samen.  
De voedselbrok wordt daardoor verplaatst van *P naar Q* / *Q naar P*.
- b Voedingsvezels hebben invloed op de vertering van voedsel.  
Zet de gebeurtenissen in de juiste volgorde.

- ..... Daardoor kunnen verschillende enzymen tegelijkertijd op de voedselbrij inwerken.
- ..... De voedselbrij wordt daardoor gekneet en vermengd met verteringssappen.
- ..... De vertering van voedsel gaat daardoor sneller.
- ..... Voedingsvezels prikkelen de spieren in de darmwand.

Afb. 9







## Samenvatting

### Vertering

- De functie van vertering is .....  
.....  
.....
  - Voedingsstoffen die worden verteerd, zijn: .....  
.....
  - Stoffen die niet hoeven te worden verteerd, zijn: .....  
.....
- Mechanische vertering is .....
- Chemische vertering is .....
  - Verteringssappen worden gemaakt door .....
  - Veel verteringssappen bevatten .....
  - Enzymen werken volgens .....
  - De werking van een enzym is onder andere afhankelijk van .....

### Gebit

- De functie van het gebit is .....
  - Daardoor .....
  - Daardoor .....
- De functie van snijtanden en hoektanden is .....
  - De vorm van hoektanden is .....
- De functie van kiezen is .....
  - De vorm van kiezen is .....

### Darmperistaltiek

- Werking: .....  
.....
- Functie: .....  
.....
- Voedingsvezels: .....  
.....



## INZICHT

5

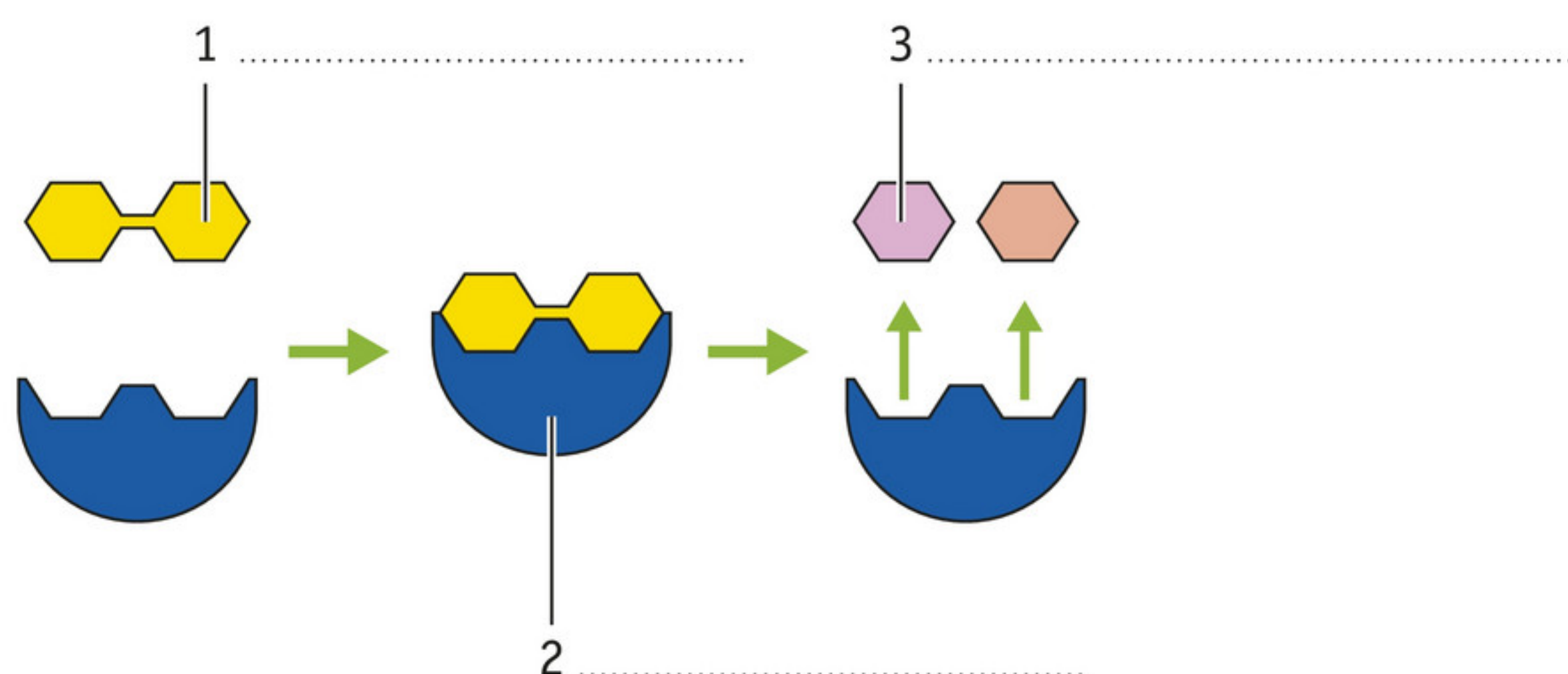
Bij bewegen en sporten worden koolhydraten en vetten verbrand om de cellen van energie te voorzien. Tijdens een lange wedstrijd moet een sporter koolhydraten aanvullen, omdat anders de koolhydraatvoorraad uitgeput raakt en de sporter minder goed kan presteren.

- Leg uit waarom een sporter tijdens een wedstrijd een sportdrink met glucose gebruikt.
- Vertering is een stofwisselingsproces waar energie voor nodig is.  
Leg uit waarom het geen goed idee is om tijdens een sportwedstrijd een volkoren boterham met kaas te eten als je goed wilt presteren.

6

- Wat gebeurt er in afbeelding 10?
- Zet de namen bij de genummerde delen van afbeelding 10.
- Kan het enzym van afbeelding 10 inwerken op een andere voedingsstof? Leg je antwoord uit.

Afb. 10

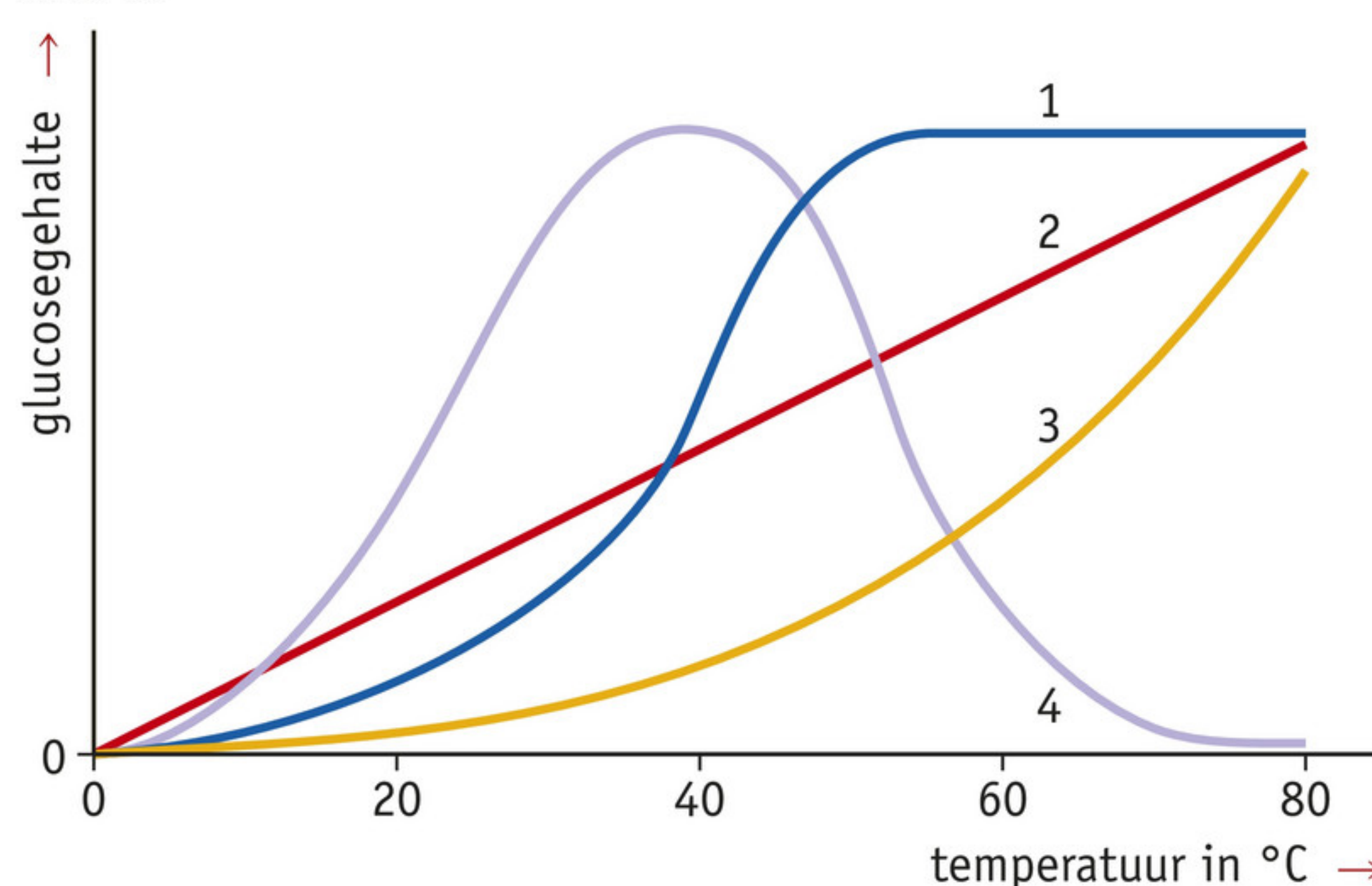


7

Afbeelding 11 is een grafiek over de vertering van een koolhydraat (maltose). Maltose is een koolhydraat dat eerst moet worden verteerd voordat het kan worden opgenomen door de darmen. Aan een reageerbuis met een maltoseoplossing van 0 °C wordt een enzym toegevoegd. Het enzym is afkomstig van een zoogdier en zet maltose om in glucose. De inhoud van de reageerbuis wordt langzaam verwarmd tot 80 °C terwijl er voortdurend wordt geroerd.

- Welke lijn in de grafiek geeft aan hoe het glucosegehalte in de buis verandert?
- Leg uit waardoor het glucosegehalte in de reageerbuis in het begin steeds sneller stijgt.
- Vanaf welke temperatuur neemt de snelheid waarmee het enzym werkt niet meer toe? Leg je antwoord uit.
- Leg uit waardoor het glucosegehalte in de reageerbuis vanaf een bepaalde temperatuur niet meer stijgt.
- Wat is de functie van het roeren van de maltoseoplossing?

Afb. 11





8

Afbeelding 3 laat zien wat er gebeurt met het totale oppervlak van een kubus als je die in stukken verdeelt.

Een kubus heeft zes vlakken. De ribben van de kubus van tekening 1 zijn 2 cm lang.

- a Hoeveel keer groter is het totale oppervlak in tekening 4 ten opzichte van dat in tekening 1? Geef een berekening bij je antwoord.
- b Leg uit waardoor je voedsel sneller wordt verteerd als je goed kauwt.

+ 9

- a Bij uitscheiding worden afvalstoffen en overtollige stoffen afkomstig van de cellen en het bloed uit het lichaam verwijderd. Koolstofdioxide dat is ontstaan bij de verbranding in de cellen wordt bijvoorbeeld via het bloed naar de longen vervoerd en daar uitgescheiden.

Wordt voedingsvezel door het lichaam uitgescheiden? Leg je antwoord uit.

- b Vleesvervangers worden gemaakt van eiwitten uit planten, schimmels, zuivel of ei. Je kunt een vleesvervanger gebruiken om er bijvoorbeeld vegetarische balletjes van te maken.

In tabel 1 staat de voedingswaarde van een vleesvervanger en van half-om-halfgehakt (per 100 g).

Leg uit dat de vertering sneller verloopt als je vegetarische balletjes eet in plaats van gehaktballetjes.

- c Is vleesvervanger een goed alternatief voor vlees? Leg je antwoord uit en gebruik daarbij tabel 1.

**Tabel 1** Voedingswaarde van vleesvervanger en half-om-halfgehakt.

|                           | Energie | Energie | Water | Eiwit | Koolhydraten | Suikers | Vet  | Verzadigd vet | Onverzadigd vet | Cholesterol | Vezels |
|---------------------------|---------|---------|-------|-------|--------------|---------|------|---------------|-----------------|-------------|--------|
| Eenheid per 100 g         | kcal    | kJ      | g     | g     | g            | g       | g    | g             | g               | mg          | g      |
| Vleesvervanger, rauw gem. | 169     | 710     | 63,8  | 18,4  | 6,1          | 0,8     | 7,2  | 1,4           | 4,4             | 0,0         | 3,5    |
| Gehakt, half-om-half      | 252     | 1059    | 60,9  | 17,5  | 0,0          | 0,0     | 20,6 | 8,2           | 11,5            | 62,9        | 0,0    |



## SAMENHANG wetenschap

## DE EVOLUTIE VAN HET KAUWEN

In de loop van de evolutie hebben mensachtigen steeds kleinere kaken, tanden en spijsverteringssystemen ontwikkeld. Toch waren ze altijd in staat om voldoende energie vrij te maken uit hun voedsel voor de stofwisselingsprocessen in het lichaam. De omvang van de hersenen en de lichaamsgrootte van de mens is zelfs toegenomen. Onderzoek aan de Harvard University naar het kauwgedrag van de mens leert dat wij graag veel en lekker eten, maar dat we daar relatief weinig tijd en energie aan besteden. Dieren die dicht bij de mens staan op lichamelijk gebied, zoals de chimpansee, kauwen ongeveer zes uur per dag. Onze vroegere voorouders pakten dat anders aan. Ten eerste bestond ongeveer een derde van hun menu uit vlees. Door voor het eten het vlees te snijden en de groenten te kneuzen of te pletten met stenen gereedschappen, werd vervolgens zowel de spierkracht per kauw als het aantal keer kauwen verminderd met bijna twintig procent. Dat scheelde de gemiddelde oermens zo'n 2,5 miljoen keer kauwen per jaar.

Afb. 12 Schedel van *Paranthropus aethiopicus*, een van onze voorouders.



10

Lees de tekst 'De evolutie van het kauwen'.

- a In de loop van de evolutie veranderde het dieet van mensachtigen. Chimpansees eten bijvoorbeeld vooral fruit en nauwelijks vlees. Bij onze voorouders bestond ongeveer een derde van het menu uit vlees.  
Leg uit waardoor onze voorouders door hun voedselkeuze veel minder tijd aan kauwen hoefden te besteden dan chimpansees.
- b De cellen van plantaardige weefsels hebben een celwand en zijn daardoor voor mensen lastiger te verteren dan de cellen van dierlijke weefsels. Een deel van rauw plantaardig voedsel verlaat het lichaam dan ook onverteerd. Door plantaardig voedsel te koken, gaan de celwanden kapot.  
Leg uit dat je door te koken meer voedingsstoffen kunt binnenkrijgen uit plantaardig voedsel.
- c In afbeelding 12 zie je de schedel van een van onze voorouders *Paranthropus aethiopicus*. Deze mensachtige had veel kauwspieren om rauw voedsel te kunnen kauwen. Spieren zitten met de uiteinden vast aan het skelet. Voor de aanhechting van alle kauwspieren van *Paranthropus aethiopicus* was niet genoeg plaats aan de kaken. De richel op de schedel dient voor het aanhechten van een deel van de kauwspieren. Bij latere voorouders is de richel op de schedel verdwenen.  
Leg uit waardoor mensen nu geen richel meer op hun schedel hebben.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 3 De organen voor vertering

## LEERDOELEN

2.3.7 Je kunt de functies en kenmerken van de delen van het verteringsstelsel noemen.

2.3.8 Je kunt de verteringssappen noemen met hun functies.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |                     |        |        |        |
|------------|--------------------------|---------------------|--------|--------|--------|
|            | 2.3.7                    | 2.3.8               | 2.1.1* | 2.2.4* | 2.2.6* |
| Onthouden  | 2                        | 3                   |        |        |        |
| Begrijpen  | 1, 4                     | 4                   |        |        |        |
| Toepassen  | 6cd, 8abc                | 7a, 8bc, 10be       |        |        |        |
| Analyseren | 5, 6ab, 8d, 9            | 5, 6a, 7b, 9b, 10cd | 8d, 9d | 10a    | 9cd    |

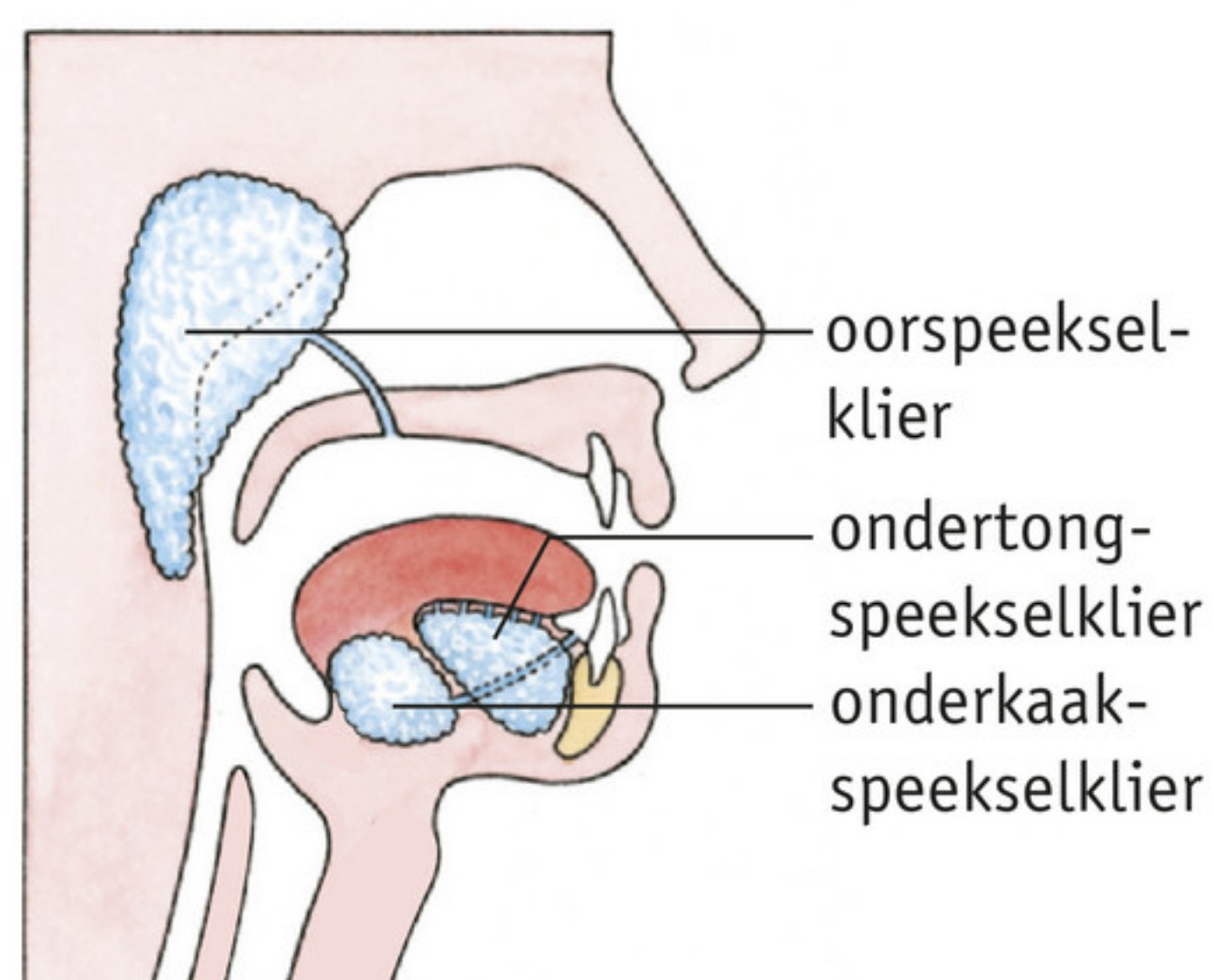
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**De organen van het verteringsstelsel liggen voornamelijk in de romp. Belangrijke organen voor de vertering zijn de slokdarm, maag, lever, dunne darm en dikke darm.**

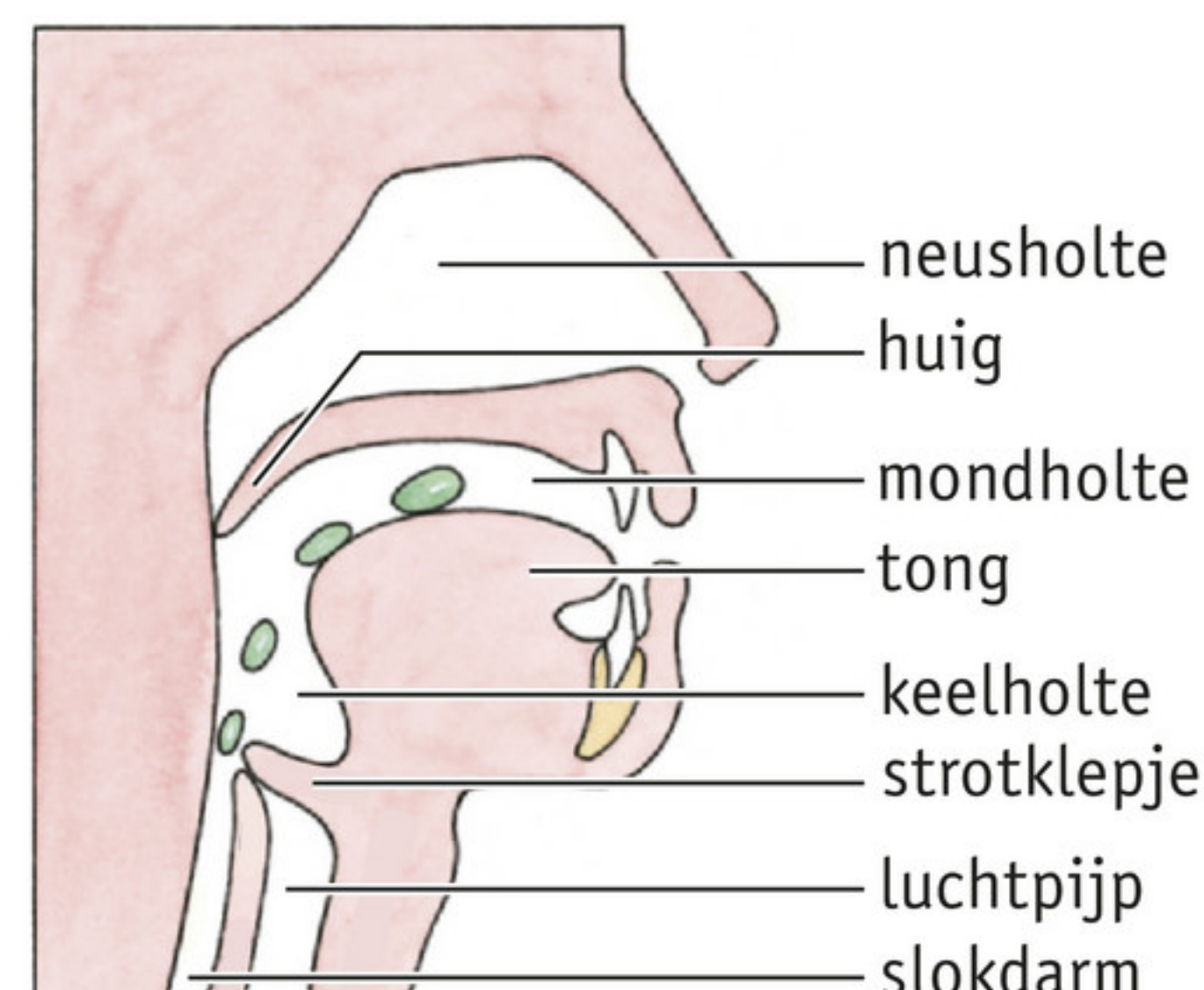
## MONDHOLTE, KEELHOLTE EN SLOKDARM

De vertering van voedsel begint in je mondholte. Je speekselklieren (zie afbeelding 1) produceren **speeksel**, een verteringssap dat bestaat uit water, slijm en een enzym. Het slijm verhoogt de glijbaarheid van het voedsel, waardoor het inslikken gemakkelijker gaat. Het enzym in speeksel zorgt voor de vertering van zetmeel. Hierdoor wordt zetmeel in je voedsel voor een deel al in je mond verteerd.

**Afb. 1** De ligging van de speekselklieren.



**Afb. 2** Voedsel inslikken.



Met je tong verplaats je het voedsel vanuit je mondholte naar je keelholte. Door te slikken wordt het voedsel in je **slokdarm** geduwd. Bij het inslikken wordt de neusholte automatisch afgesloten met de huig en de luchtpijp met het strotklepje (zie afbeelding 2). Het voedsel kan dan alleen je slokdarm in.

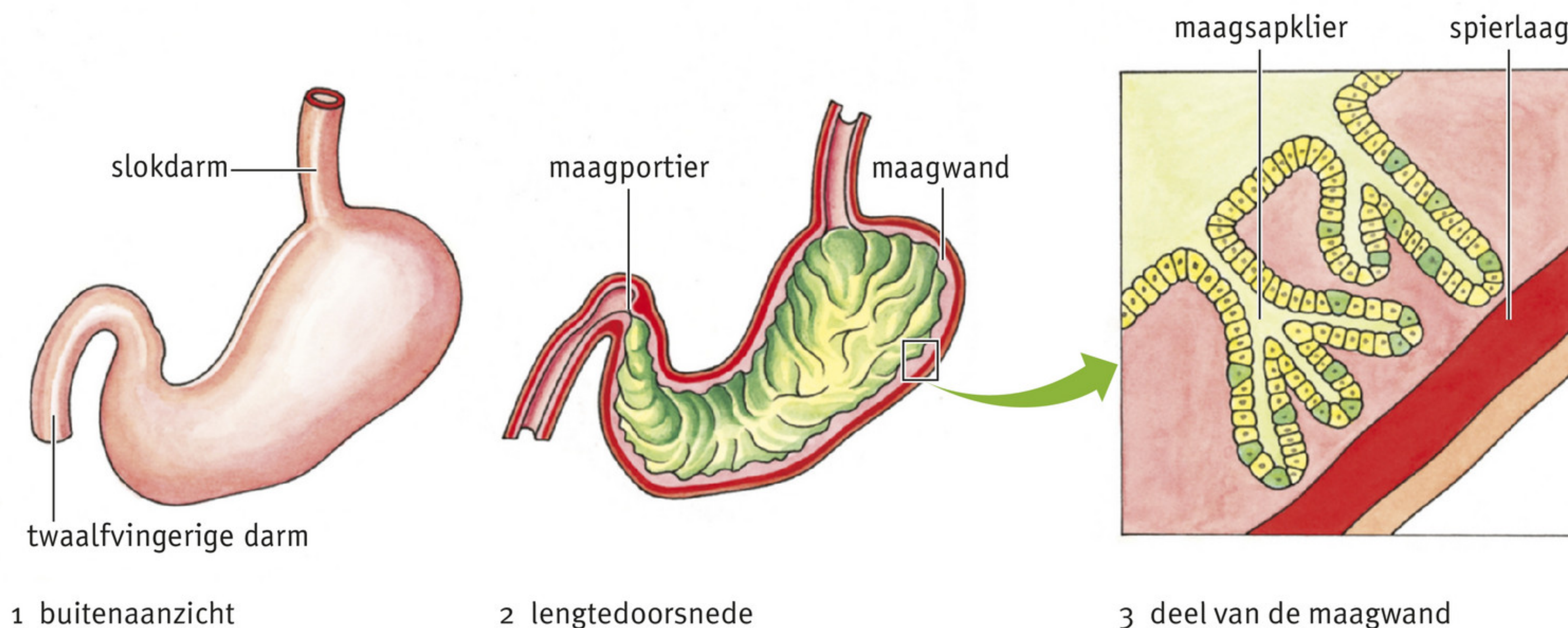
## MAAG

Door de darmperistaltiek van je slokdarm wordt het voedsel voortgeduwd naar je maag. Ook in de maagwand zitten kringspieren en lengtespieren. Doordat deze spieren zich afwisselend samentrekken en ontspannen, is je **maag** vrijwel constant in beweging. Hierdoor wordt het voedsel gekneet en vermengd met de verteringssappen uit de maagwand (zie afbeelding 3). **Maagsapklieren** in deze wand produceren **maagsap**. Maagsap bestaat uit water, zoutzuur en een enzym. Het zoutzuur doodt bacteriën die met je voedsel zijn meegekomen. Door het enzym in het maagsap worden eiwitten in je voedsel voor een deel verteerd.



Aan het eind van je maag zit een kringspier die de uitgang van je maag kan afsluiten: de **maagportier**. Deze laat telkens maar kleine hoeveelheden voedsel door naar de twaalfvingerige darm. Hierdoor heeft de maag een functie als tijdelijke opslagplaats voor voedsel.

**Afb. 3** De maag.



### TWAALFVINGERIGE DARM, LEVER, GALBLAAS EN ALVLEESKLIER

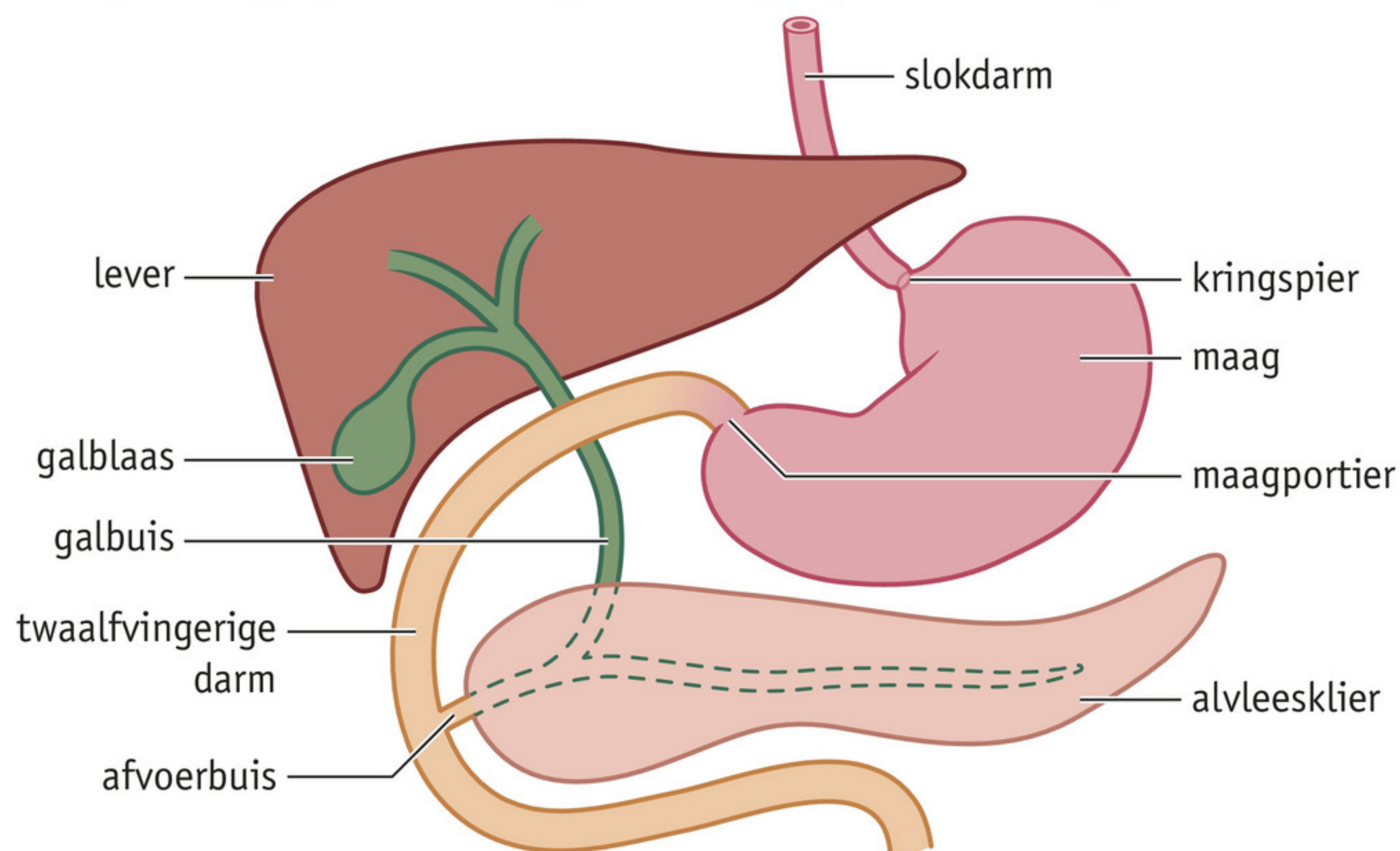
Via de maagportier komt het voedsel in de **twaalfvingerige darm** (zie afbeelding 4). In deze darm komen verteringssappen uit de lever en de alvleesklier bij het voedsel.

De **lever** produceert **gal**, die tijdelijk wordt opgeslagen in de **galblaas**. Via de **galbuis** wordt de gal naar de twaalfvingerige darm gevoerd, wanneer dat nodig is. De galblaas is dus geen klier, maar een opslagplaats.

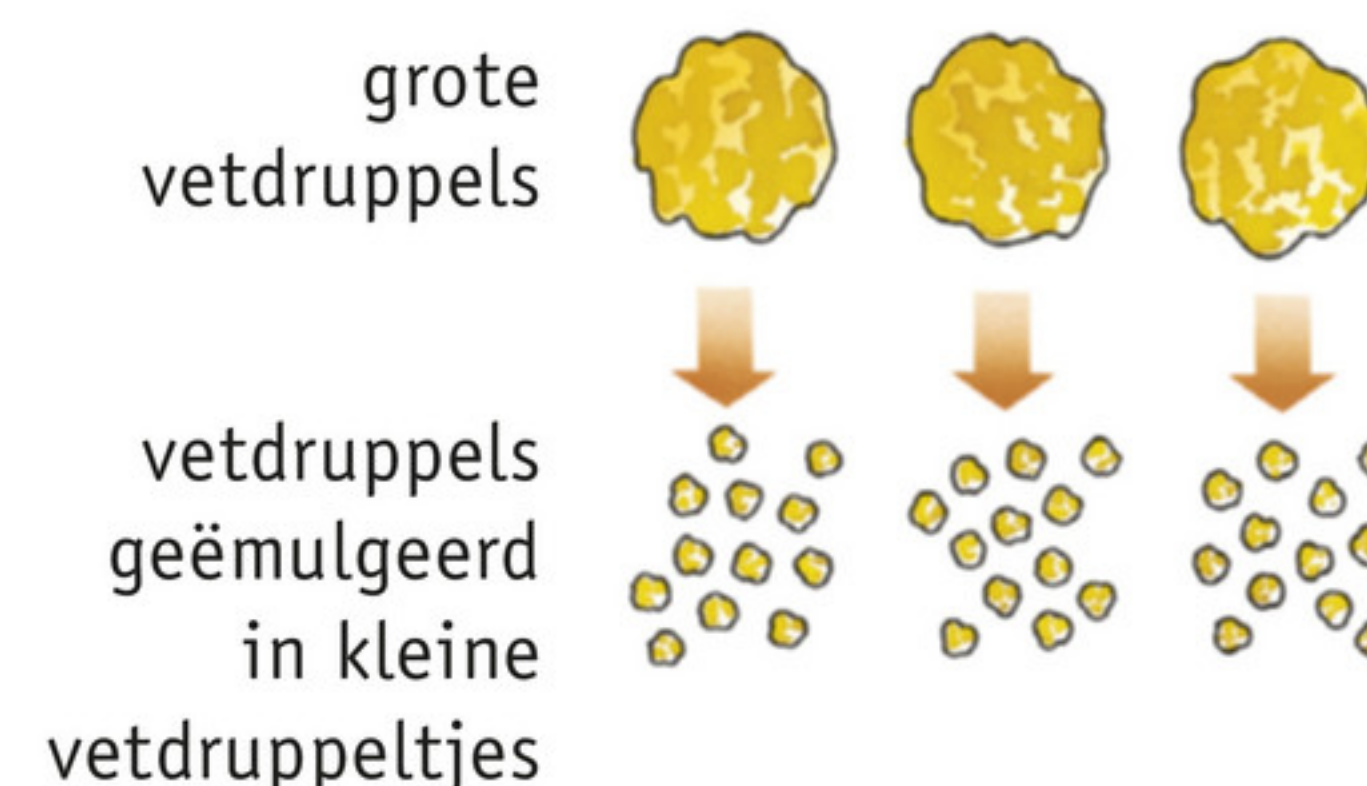
Vetten mengen zich niet met water, maar vormen grote druppels. Gal verdeelt die grote vetdruppels in kleinere druppeltjes (zie afbeelding 5). Dat heet **emulgeren**. Door het emulgeren wordt het oppervlak van de druppels sterk vergroot. Daardoor zijn de vetten beter bereikbaar voor enzymen en kunnen ze sneller worden verteerd. Gal verteert vetten niet, maar emulgeert ze alleen.

In **alvleessap** van de **alvleesklier** zitten verschillende enzymen die zorgen voor de vertering van eiwitten, koolhydraten en vetten.

**Afb. 4** De ligging van de maag, twaalfvingerige darm, lever, galblaas en alvleesklier.



**Afb. 5** Gal emulgeert vetten.



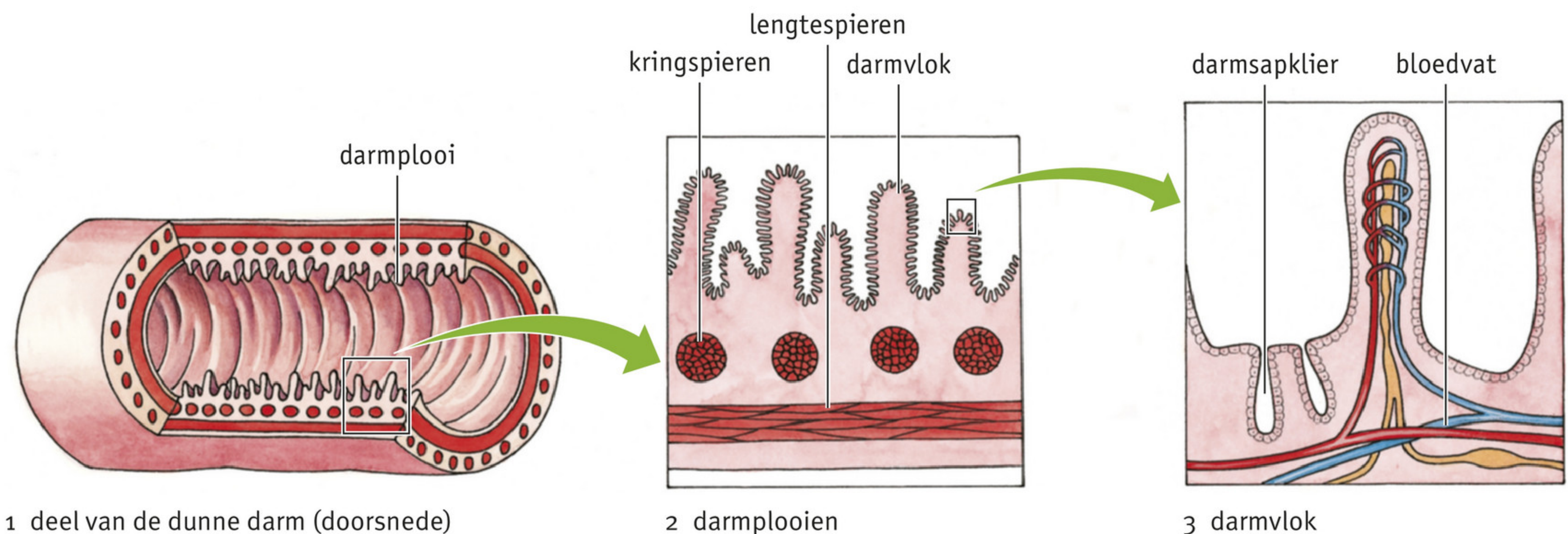


## DUNNE DARM

De **dunne darm** is bij mensen ongeveer zes meter lang. Deze lange darm ligt sterk gekronkeld en opgerold in de buik. In de wand liggen **darmsapklieren** die **darmsap** produceren (zie afbeelding 6). Darmsap bevat enzymen die de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken. Daarna kunnen de verteringsproducten via de darmwand worden opgenomen in het bloed.

In het darmkanaal (van de mondholte tot en met de dunne darm) komen verschillende verteringssappen bij het voedsel. Die verteringssappen bevatten veel water. Daardoor bevat ook de voedselbrij nu veel water. Daarin zijn de voedingsstoffen en verteringsproducten opgelost. Het water met de voedingsstoffen en verteringsproducten wordt in de dunne darm opgenomen in het bloed. Dat gebeurt via de darmwand. De wand van de dunne darm is sterk geplooid (zie afbeelding 6.1). Op de **darpmplooien** staan weer uitstulpingen: de **darmvlokken** (zie afbeelding 6.2). Door de darpmplooien en darmvlokken heeft de darmwand een zeer groot oppervlak. In de darmvlokken liggen bloedvaten en de wand van de darmvlokken is heel dun. Hierdoor kan water met opgeloste voedingsstoffen en verteringsproducten worden opgenomen in het bloed. Door het grote oppervlak van de darmwand gaat de opname van stoffen snel. Het bloed vervoert de opgenomen stoffen naar de cellen van het lichaam.

**Afb. 6** De bouw van de dunne darm.

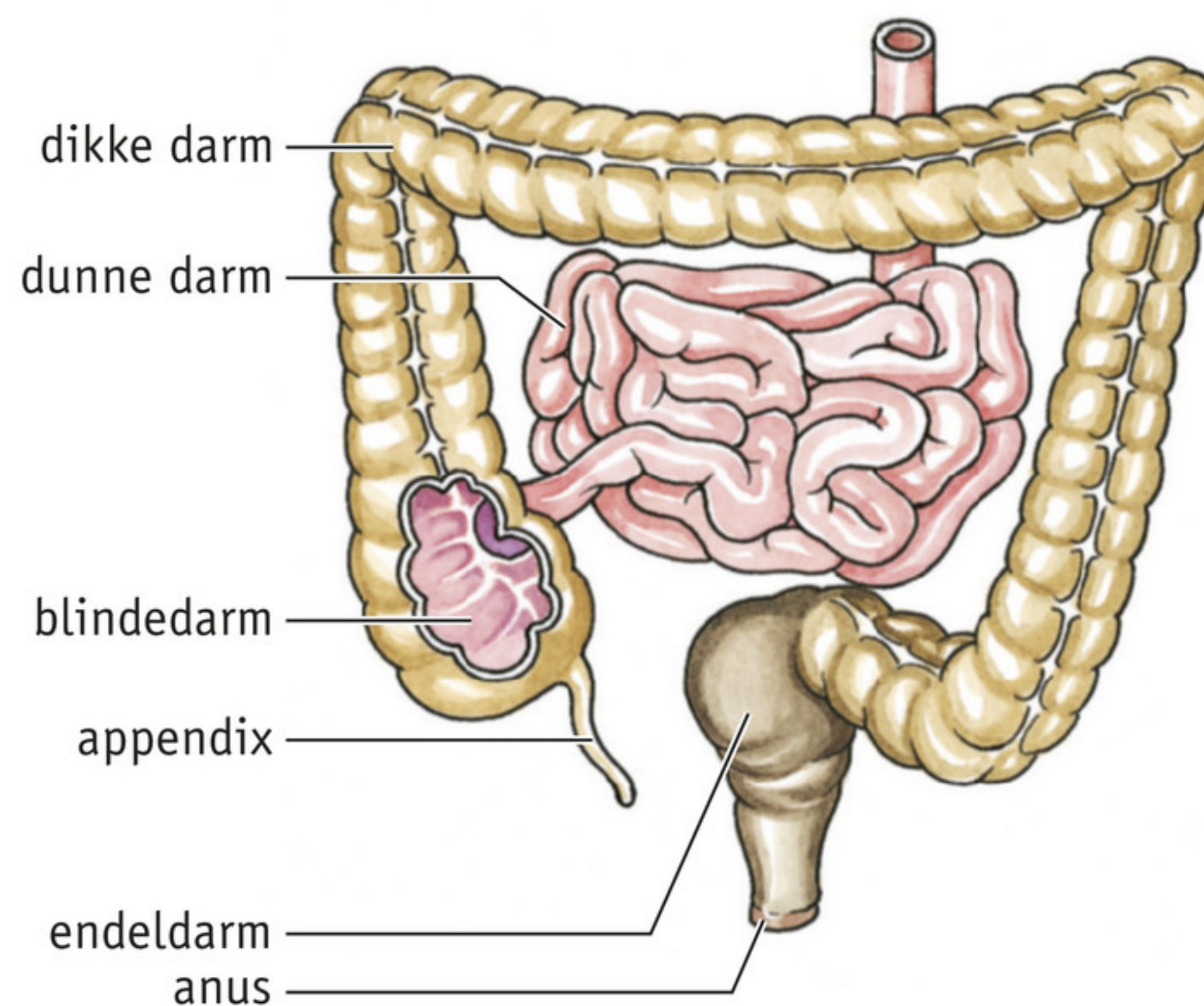


## DIKKE DARM, BLINDEDARM EN ENDELDARM

De dunne darm mondt uit in de **dikke darm** (zie afbeelding 7). Vlak onder deze overgang ligt de **blindedarm**. De blindedarm heeft geen eigen functie bij de vertering. Aan de onderkant van de blindedarm zit een uitstulping: het wormvormig aanhangsel of de **appendix**. Bij een 'blindedarmontsteking' is dit aanhangsel ontstoken. Het wordt dan operatief verwijderd. De blindedarm zelf blijft zitten.



**Afb. 7** Dunne darm (verkleind getekend), dikke darm, blindedarm en endeldarm.



De dikke darm is ongeveer anderhalve meter lang. Vanuit de dunne darm komen onverteerde voedselresten in de dikke darm. Deze brij bevat nog veel water. Via de wand van de dikke darm wordt vrijwel al dit water opgenomen in het bloed. Daardoor wordt de brij van voedselresten ingedikt. Als dat niet voldoende gebeurt, heb je diarree. Je verliest dan te veel vocht en kunt uitdrogen.

In de celwanden van plantaardig voedsel zit cellulose. Dit koolhydraat is voor mensen moeilijk te verteren, doordat in hun verteringssappen geen enzym voorkomt dat cellulose kan verteren. In de dikke darm leven veel bacteriën die wel zo'n enzym produceren. Hierdoor wordt in de dikke darm een deel van de plantaardige voedselresten alsnog verteerd. Bij de vertering van cellulose ontstaat onder andere glucose dat voor een deel wordt opgenomen in het bloed.

Door de darmperistaltiek gaan de ingedikte, onverteerde voedselresten naar de **endeldarm**. Daar worden ze tijdelijk opgeslagen. Het darmkanaal wordt afgesloten door een kringspier: de **anus**. Van tijd tot tijd ontspant deze kringspier zich en wordt de endeldarm gelegeerd. Dat noem je **ontlasting** (poepen).

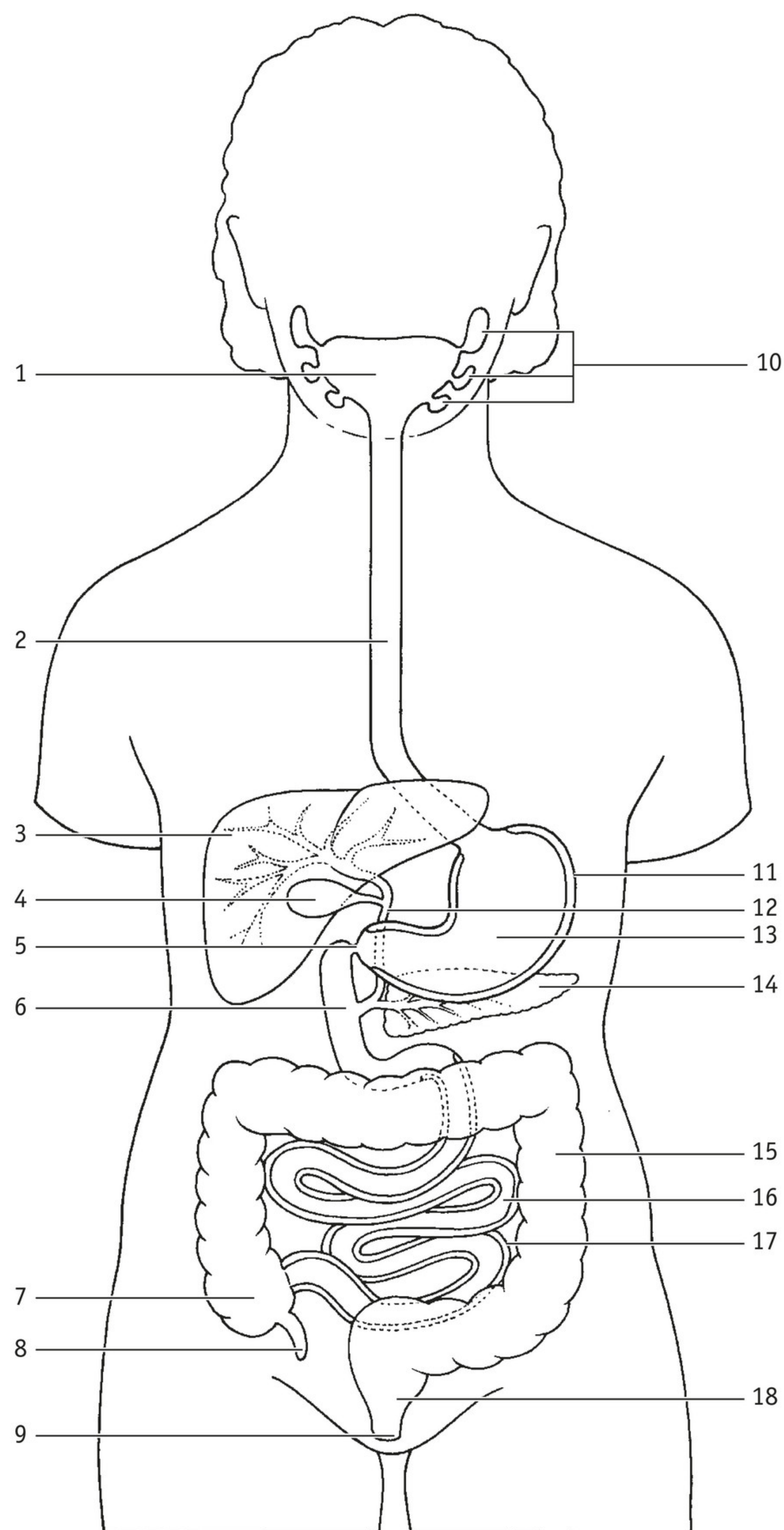


## KENNIS

1

Zet de namen bij de genummerde delen in afbeelding 8. Vul bij 10, 11 en 17 de naam in van de verteringsklieren.

**Afb. 8** Het verteringsstelsel.



1 = .....

2 = .....

3 = .....

4 = .....

5 = .....

6 = .....

7 = .....

8 = .....

9 = .....

10 = .....

11 = .....

12 = .....

13 = .....

14 = .....

15 = .....

16 = .....

17 = .....

18 = .....



2

Welk deel van het verteringsstelsel hoort bij de functie?

- |                                                                                            |                       |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| A alveolair produceren                                                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 alveolairklier       |
| B gal en alveolair vermengen met de voedselbrij                                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 dikke darm           |
| C gal produceren                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 dunne darm           |
| D speeksel produceren                                                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 endeldarm            |
| E verzamelen en tijdelijk opslaan van onverteerde voedselresten                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 5 lever                |
| F voedingsstoffen, verteringsproducten en water opnemen in het bloed en darmsap produceren | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 6 maag                 |
| G voedsel tijdelijk opslaan                                                                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 7 mondholte            |
| H voedsel verplaatsen van de keelholte naar de maag                                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 8 slokdarm             |
| I water onttrekken aan de brij van onverteerde voedselresten en water opnemen in het bloed | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 9 twaalfvingerige darm |

3

Vul de tabel in.



| Verteringssap | Wordt geproduceerd door | Bevat enzymen voor de vertering van | Andere functies |
|---------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Speeksel      |                         |                                     |                 |
| Maagsap       |                         |                                     |                 |
| Gal           |                         | –                                   |                 |
| Alveolair     |                         |                                     | –               |
| Darmsap       |                         |                                     | –               |



4



## Samenvatting

Zet de delen in de juiste volgorde en beschrijf bij elk deel wat er gebeurt: *alvleesklier – dikke darm – dunne darm – endeldarm – lever – maag – mondholte – slokdarm – twaalfvingerige darm.*

## INZICHT

5

Speeksel bevat stoffen die de zachte weefsels in de mond beschermen tegen infecties.

- a** Leg uit waarom dat juist in de mondholte nodig is.
- b** Een van de beschermende stoffen in speeksel is mucine. Dat is een stof die zich kan binden aan verschillende soorten bacteriën, waardoor deze samenklonteren en zich niet meer aan de mondweefsels kunnen hechten.  
Op welke manier beschermt dit tegen infecties?
- c** Speeksel bevat ook stoffen die ervoor zorgen dat wondjes sneller genezen.  
Leg uit waardoor dit helpt infecties in de mondholte te voorkomen.



6

In de eerste levensmaanden kan er bij sommige baby's gemakkelijk voeding vanuit de maag naar de slokdarm terugstromen (reflux). De wand van de slokdarm kan hierdoor beschadigen. Er ontstaat dan een soort pijnlijke schaafwond.

- a Leg uit waardoor de wand van de slokdarm beschadigd raakt.
- b Wat kan een ouder doen om het terugstromen van de voeding te voorkomen?
- c Een op de duizend baby's wordt geboren met een verdikte maagportier (pylorushypertrofie). Er moet dan zo snel mogelijk een chirurgische ingreep worden uitgevoerd om de verdikte spier te klieven.  
Leg uit waarom er zo snel mogelijk chirurgisch moet worden ingegrepen.
- d In een voorlichtingsfolder van een ziekenhuis staat als symptoom van pylorushypertrofie dat er in de bovenbuik duidelijke bewegingen zichtbaar zijn. Waardoor worden de bewegingen in de bovenbuik veroorzaakt?

7

Een leerling onderzoekt de invloed van gal en alvleessap op het vetgehalte van melk (zie tabel 1). Aan het begin van het onderzoek is het vetgehalte van de melk in elk bekeerglas 3,5%.

- a Wat is er na drie uur gebeurd met het vetpercentage in bekeerglas 2? Leg je antwoord uit.
- b In welk bekeerglas is na drie uur het vetpercentage het laagst? Leg je antwoord uit.

**Tabel 1** De invloed van gal en alvleessap op het vetgehalte van melk.

| Bekerglas | Oplossing                                    |
|-----------|----------------------------------------------|
| 1         | 100 mL melk<br>5 mL alvleessap<br>5 mL water |
| 2         | 100 mL melk<br>5 mL gal<br>5 mL water        |
| 3         | 100 mL melk<br>5 mL alvleessap<br>5 mL gal   |

8

Lees de tekst 'Coeliakie (glutenintolerantie)' in afbeelding 9 en bekijk afbeelding 10. Jonathan heeft coeliakie. Zijn darmwand ziet eruit zoals in afbeelding 10.2.

- a Waardoor kan de dunne darm van Jonathan minder voedingsstoffen opnemen?
- b In de dunne darm worden onder andere vetten verteerd.  
Waar zijn de enzymen voor de vertering van vetten gevormd?
- c In de dunne darm worden ook koolhydraten en eiwitten verteerd.  
Waar zijn de enzymen voor de vertering van koolhydraten en eiwitten gevormd?
- d Wat gebeurt er met de verteringsproducten nadat ze via de wand van de dunne darm zijn opgenomen in het bloed?

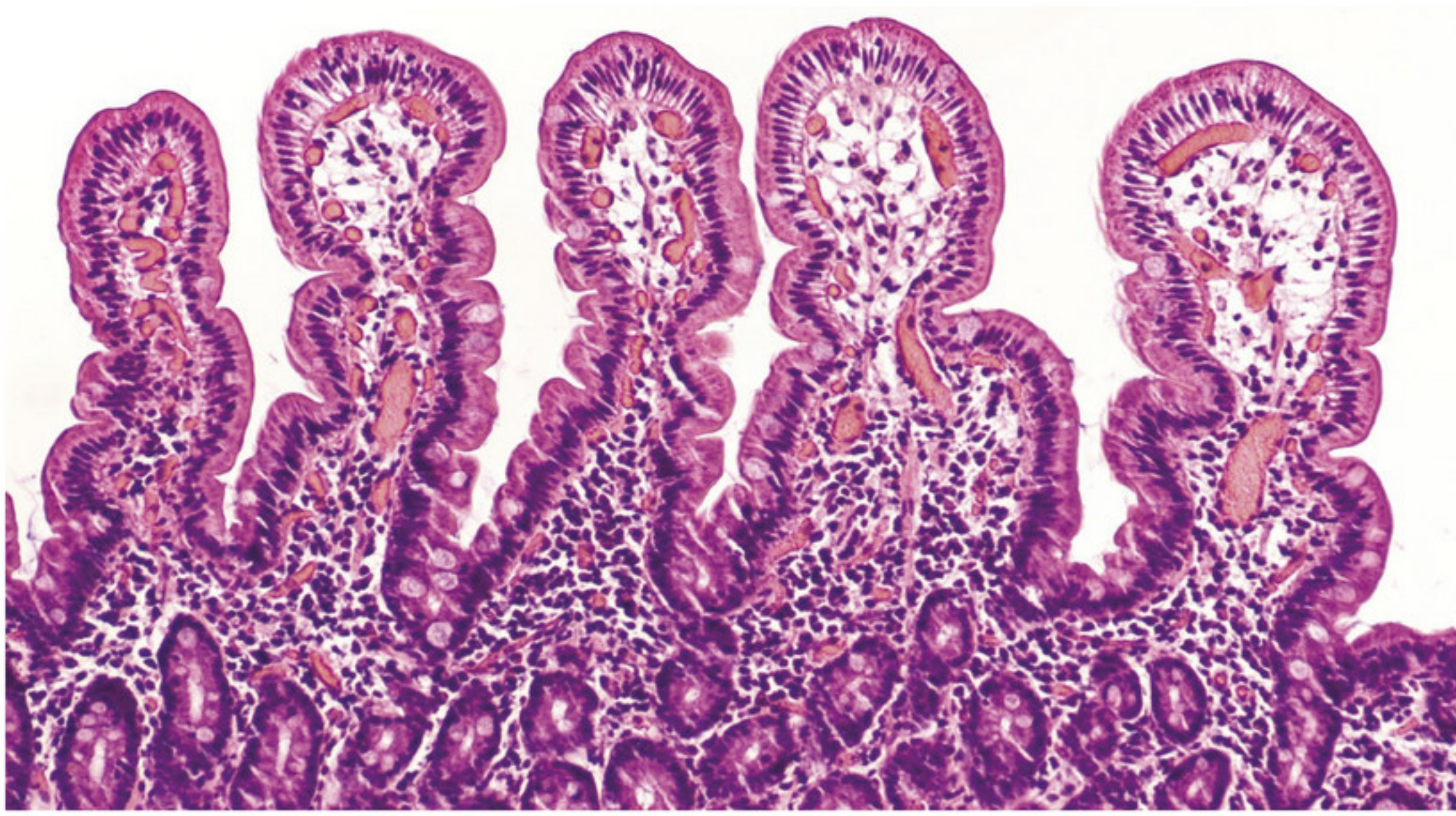
#### Afb. 9

#### Coeliakie (glutenintolerantie)

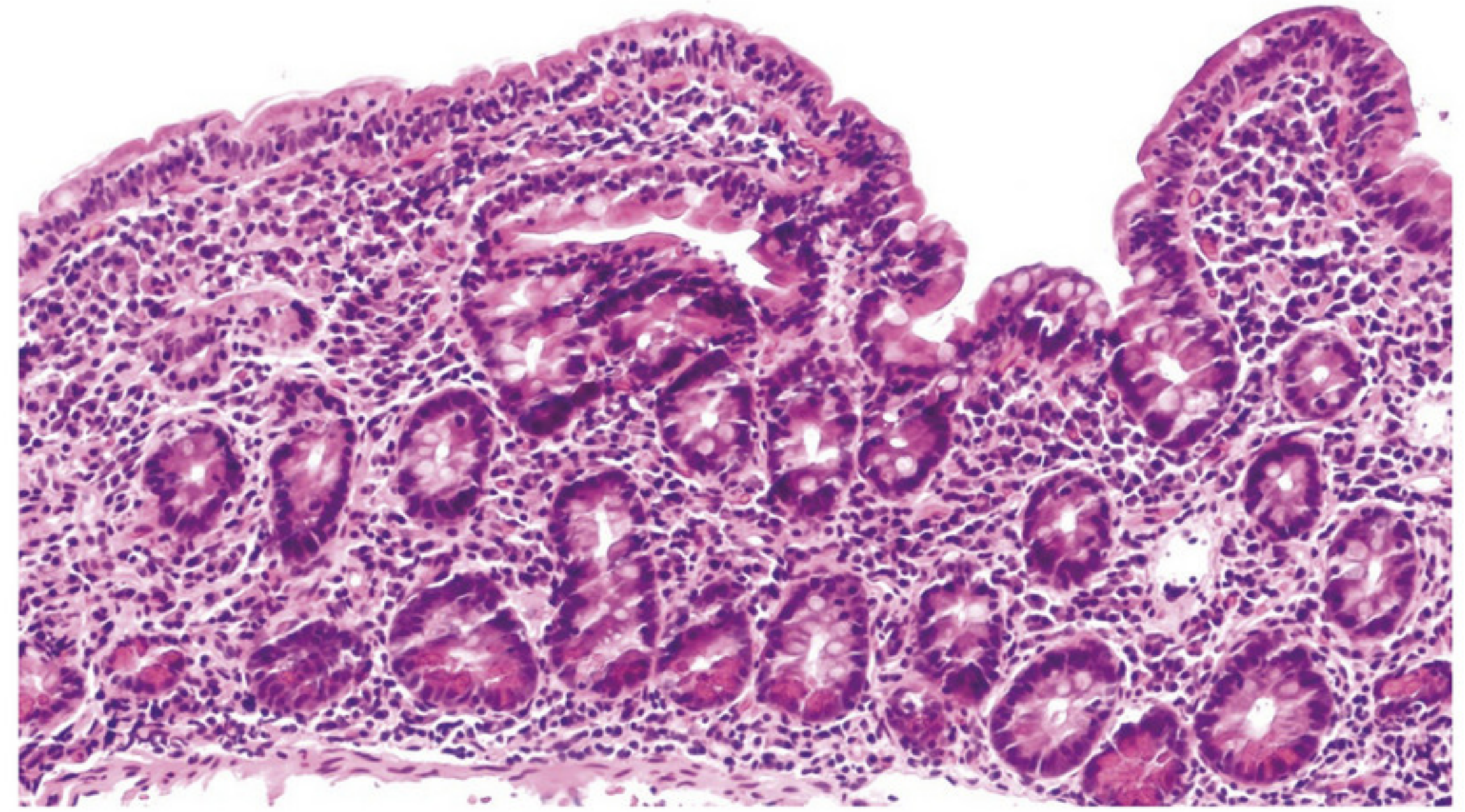
Gluten zijn eiwitten die van nature veel voorkomen in granen, zoals tarwe, rogge, gerst en spelt. Ze komen dus ook voor in voedingsmiddelen die van deze granen zijn gemaakt, bijvoorbeeld brood, crackers, pizza, pasta en koekjes. Gluten zorgen bij mensen met coeliakie voor ontstekingen van de wand van de dunne darm waardoor deze zijn werk niet goed kan doen. Bij coeliakie kun je bijvoorbeeld last hebben van diarree, verstopping, een opgezette buik, gewichtsverlies, depressie en bloedarmoede. Door een glutenvrij dieet kan je dunne darm herstellen. Dit dieet moet je levenslang volhouden om te voorkomen dat je dunne darm opnieuw beschadigd raakt.



**Afb. 10** Darmvlokken uit de wand van de dunne darm (microscopische foto's).



1 van een gezond persoon



2 van een persoon met coeliakie

### + 9

Bacteriën in de dikke darm maken enzymen die cellulose in de celwanden van plantaardige cellen kunnen verteren.

- a** Leg uit dat dit zowel voor de bacteriën als voor de gastheer voordeel oplevert.
- b** Patiënten met taaislijmziekte maken slijm dat niet vloeibaar is (taai slijm). Daardoor kunnen afvoerbuizen van delen van het verteringsstelsel verstopt raken. Bij een patiënt met taaislijmziekte bevat de ontlasting veel vet.  
Welke afvoerbuizen van het verteringsstelsel kunnen dan verstopt zijn?
- c** Bij een megacolon is de endeldarm veel wijder dan normaal. Ook zijn de elasticiteit en beweeglijkheid van de darmwand sterk verminderd.  
Leg uit waardoor een patiënt met een megacolon gemakkelijk last krijgt van verstopping.
- d** Als je het toiletbezoek uitstelt, wordt er steeds meer water aan de onverteerde voedselresten in de endeldarm onttrokken en wordt de ontlasting hard. Hierdoor stellen veel mensen het toiletbezoek nog langer uit, want de ontlasting kan dan pijn doen. Door het ophopen van onverteerde voedselresten kan de endeldarm op den duur uitrekken en kan een megacolon ontstaan.  
Patiënten met een megacolon krijgen het advies om veel voedingsvezels te eten. Voedingsvezels nemen veel water op. Daarom moeten patiënten ook twee liter water per dag drinken om de ontlasting zacht en soepel te houden.  
Waardoor wordt de ontlasting hard als je veel voedingsvezels eet maar weinig drinkt?



## SAMENHANG wetenschap

**KOEMELKALLERGIE OF LACTOSE-INTOLERANTIE?**

Bij baby's kunnen diarree, een jeukende huiduitslag, darmkrampen en een piepende ademhaling symptomen zijn van koemelkallergie. In flesvoeding is koemelk verwerkt. Het verteringsstelsel van de baby reageert op de koemelkeiwitten. Het probleem wordt meestal opgelost door de baby flesvoeding te geven waarin de koemelkeiwitten al voor een deel zijn verteerd. De melk smaakt daarna wel minder lekker.

Ook na je babytijd kun je nog problemen krijgen met (koe)melk. Elk mens maakt in zijn eerste levensjaren in de dunne darm een enzym aan, waardoor lactose kan worden verteerd. Lactose (melksuiker) komt voor in melk en zuivelproducten en in producten waarin melk of zuivel is verwerkt. Bij het grootste deel van de wereldbevolking neemt na het derde levensjaar de productie van dit enzym af. De meeste Nederlanders maken (als gevolg van evolutie) hun hele leven het enzym aan om lactose te verteren. Mensen die geen lactose kunnen verteren, noem je lactose-intolerant. Lactose wordt dan afgebroken in de dikke darm. Daarbij komen gassen en vetten vrij en er wordt vocht aangetrokken. Hierdoor kun je last krijgen van een opgeblazen gevoel, winderigheid, diarree, buikpijn en krampen.

Afb. 11



10

Lees de tekst 'Koemelkallergie of lactose-intolerantie?'.

Om koemelkallergie bij baby's te voorkomen, is er flesvoeding waarin de eiwitten voor een deel zijn verteerd.

- a** Verandert hierdoor de voedingswaarde van de eiwitten? Leg je antwoord uit.
- b** Zonder enzym is het lastig om lactose te verteren.  
Waarom is het belangrijk om in je eerste levensjaren een enzym aan te maken dat lactose kan verteren?
- c** Waarom is lactose-intolerantie eigenlijk geen aandoening of ziekte?
- d** Zure melkproducten zoals yoghurt, kwark en karnemelk bevatten melkzuurbacteriën. Deze bacteriën maken het enzym aan dat lactose verteert.  
Leg uit waardoor mensen met lactose-intolerantie zure melkproducten vaak beter verdragen.
- e** Soms denken mensen dat koemelkallergie hetzelfde is als lactose-intolerantie. Leg uit waarom dit onterecht is.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 4 Gezonde voeding

## LEERDOELEN

- 2.4.9 Je kunt met de Schijf van Vijf adviezen voor een gezonde voeding geven.
- 2.4.10 Je weet wat een gezond gewicht is en welke keuzen daaraan kunnen bijdragen.
- 2.4.11 Je kunt mogelijke oorzaken en gevolgen van eetstoornissen noemen en enkele voorbeelden geven.

- Leren onderzoeken 2
- Practica 7 en 8

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |                  |        |
|------------|--------------------------|------------------|--------|
|            | 2.4.9                    | 2.4.10           | 2.4.11 |
| Onthouden  | 1a                       | 2e               |        |
| Begrijpen  | 1bcd, 4                  | 2abcd, 4         | 3, 4   |
| Toepassen  | 5abc, 6, 7bc             | 6, 7a, 9, 10abcd | 8a     |
| Analyseren | 5d, 10e                  |                  | 8b     |

**Goede voeding is nodig voor een goede gezondheid. Je lichaam gebruikt de voeding als bouwstof, brandstof, reservestof of beschermende stof. Al deze functies samen bepalen hoeveel voeding je nodig hebt.**

## DE SCHIJF VAN VIJF

Het Voedingscentrum geeft voorlichting over goed en gezond eten. Een hulp hierbij is de Schijf van Vijf: vijf vakken met voedingsmiddelen die je dagelijks nodig hebt (zie afbeelding 1). Elk vak staat voor een productgroep. Elke productgroep heeft voordelen voor je gezondheid en levert een belangrijke voedingsstof:

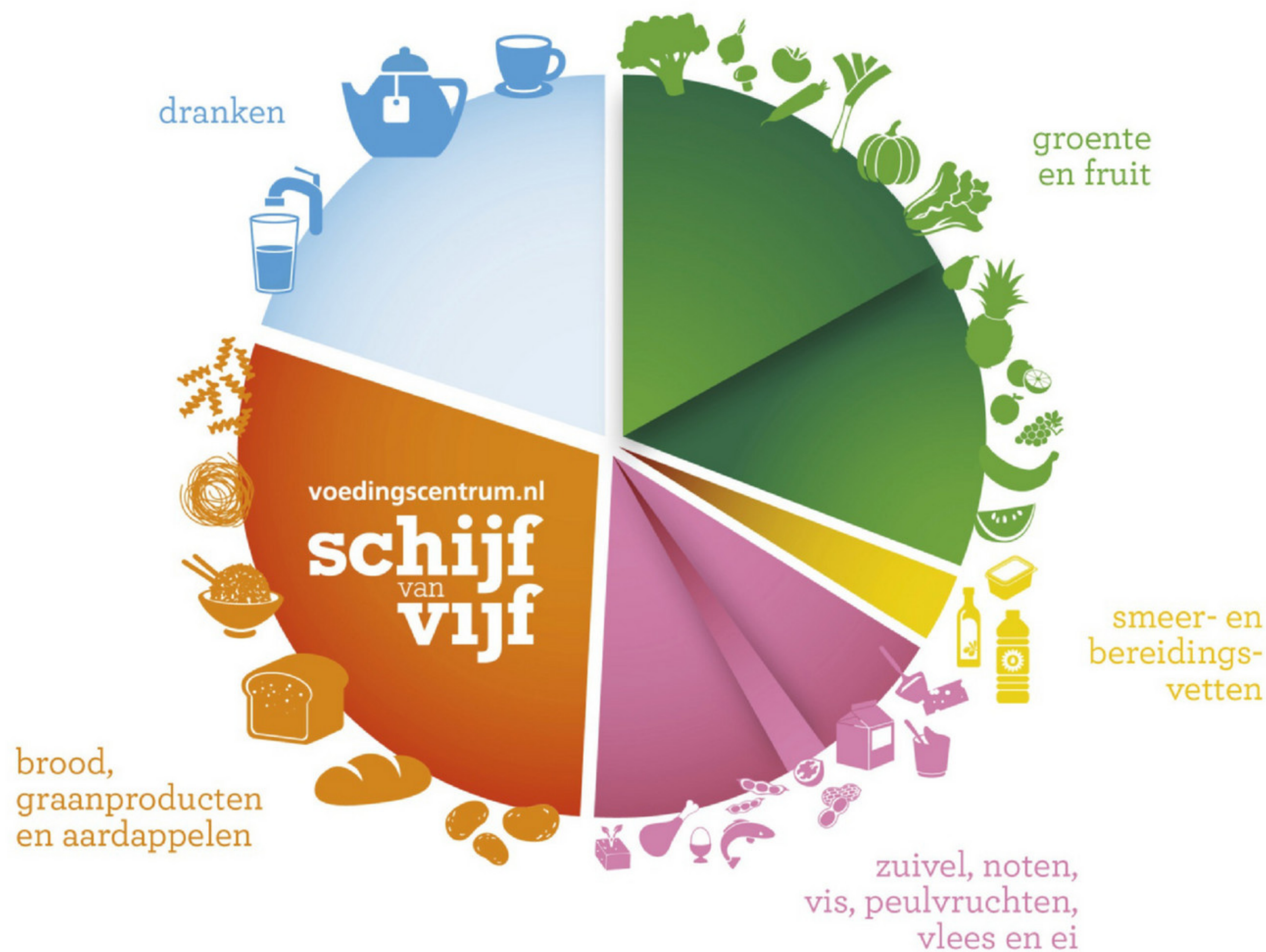
- groen: vooral vitamines
- geel: vooral vetten
- roze: vooral eiwitten
- oranje: vooral koolhydraten
- blauw: vooral water

Maar de producten in de vakken leveren ook andere voedingsstoffen. In vetten zitten bijvoorbeeld vitamines die in vet oplosbaar zijn (en niet in water). In de producten uit het roze vak zitten B-vitamines en andere in vet oplosbare vitamines, in granen zitten ook B-vitamines en eiwit, enzovoort. Voedingsvezel vind je vooral in de vakken groen en oranje. Mineralen komen in alle vakken voor.

Als je elke dag producten uit elk vak eet, krijg je alle voedingsstoffen binnen die je lichaam nodig heeft. Uit de grote vakken moet je meer nemen dan uit de kleine vakken (zie afbeelding 2). De grote vakken bevatten alleen plantaardige voedingsmiddelen. Het roze vak bevat zowel dierlijke als plantaardige producten. In het gele vak vind je vooral plantaardige oliën en vetten.



Afb. 1 De Schijf van Vijf.



Afb. 2

### Vijf adviezen voor gezonde voeding

#### 1 Veel groente en fruit (groen)

Elke dag minimaal 250 gram groente en twee porties fruit is gezond: eet je veel groente en fruit, dan verlagen ze het risico op hart- en vaatziekten, darmkanker en diabetes type 2.

#### 2 Zachte en vloeibare vetten (geel)

Onverzadigd vet is goed voor je bloedvaten. Denk aan olie en halvarine.

#### 3 Meer plantaardig, minder vlees (roze)

Dat is goed voor jou en voor het milieu. Je kunt variëren met vis, peulvruchten, vlees, noten en ei. Geen vlees kan ook. En neem niet meer zuivel dan nodig.

#### 4 Vooral volkoren (oranje)

Volkorenbrood, volkorenpasta, zilvervliesrijst, volkoren couscous: eet je er genoeg van, dan verklein je het risico op hart- en vaatziekten, darmkanker en diabetes type 2.

#### 5 Dorstlessers zonder suiker (blauw)

Je lichaam heeft elke dag vocht nodig, maar geen extra suiker. Daarom staan in de Schijf van Vijf dranken zonder calorieën: water, koffie en thee.

### Niet te veel en niet te vaak

In de Schijf van Vijf staan geen producten met te veel zout, suiker of verzadigd vet, of met weinig vezel. Je kunt hier prima af en toe iets van nemen, maar niet te veel en niet te vaak.



ENERGIE

Een groot deel van je voedsel gebruik je als brandstof. Uit dit deel van je voedsel haalt je lichaam de energie die het nodig heeft. De hoeveelheid energie in voedsel wordt aangegeven in **kilojoule** (afgekort: kJ). Een Marsreep levert ongeveer 1000 kJ energie, een appel ongeveer 300 kJ.

Een andere eenheid voor de energie in voedsel is de **kilocalorie** (kcal). Iemand die praat over ‘calorieën’ in voedsel heeft het dus over kilocalorieën.

Je kunt de eenheden naar elkaar omrekenen:

1 kcal = 4,2 kJ

Hoeveel energie je per dag nodig hebt, verschilt van persoon tot persoon. Het hangt onder andere af van je geslacht, je lichaamsgrootte, je lichamelijke inspanning en je leeftijd. Gemiddeld hebben jongens (mannen) meer energie nodig dan meisjes (vrouwen). Zolang je in de groei bent, neemt je energiebehoefte toe. Bij ouderen neemt de energiebehoefte weer af.

In tabel 1 staat de gemiddelde energiebehoefte voor enkele leeftijdsfasen en leefstijlen. In tabel 2 staat hoeveel energie je ongeveer nodig hebt voor verschillende activiteiten. Ook in rust heb je energie nodig.

Tabel 1 Gemiddelde energiebehoefte.

|                                  | kJ per dag |
|----------------------------------|------------|
| Jongens 14–18 jaar               |            |
| met een weinig actieve leefstijl | 11 340     |
| met een actieve leefstijl        | 13 020     |
| Meisjes 14–18 jaar               |            |
| met een weinig actieve leefstijl | 8 820      |
| met een actieve leefstijl        | 10 080     |
| Mannen 31–50 jaar                |            |
| lichte arbeid                    | 10 920     |
| zware arbeid                     | 12 600     |
| Vrouwen 31–50 jaar               |            |
| lichte arbeid                    | 7 980      |
| zware arbeid                     | 9 660      |

Tabel 2 Energiebehoefte bij verschillende activiteiten.

|                 | kJ per minuut |
|-----------------|---------------|
| Slapen          | 5             |
| Lopen           | 18            |
| Joggen          | 30            |
| Traplopen       | 46            |
| Wedstrijdroeien | 54            |

GEWICHT

Wat je eet en hoeveel je eet heeft invloed op je gewicht. Meestal geldt: je gewicht blijft gelijk als de hoeveelheid energie die je opneemt gelijk is aan de hoeveelheid energie die je verbruikt. Als je meer eet dan je nodig hebt, wordt een deel van de voedingsstoffen opgeslagen als reservestof. Dat gebeurt vooral in de vorm van vet. Hierdoor word je zwaarder. Als je minder eet dan je nodig hebt, worden je reservestoffen gebruikt als energiebron. Hierdoor neemt je gewicht af.

Maar je gewicht heeft ook te maken met je erfelijke eigenschappen. De een heeft een zwaardere bouw dan de ander, de stofwisseling kan verschillen en ook de dikte van de onderhuidse vetlaag verschilt van mens tot mens (zie afbeelding 3).

Afb. 3 Iedereen is anders gebouwd.





Bij **overgewicht** en **obesitas** (ernstig overgewicht) is er te veel vet in het lichaam opgeslagen. Mensen met overgewicht lopen meer gezondheidsrisico's dan mensen met een gezond gewicht. Ze hebben een grotere kans op hart- en vaatziekten en op diabetes type 2 (suikerziekte). Overgewicht is ook slecht voor de gewrichten, want die worden dan te zwaar belast.

Een te laag lichaamsgewicht noem je **ondergewicht**. Ook ondergewicht is niet gezond, omdat er kans is op een tekort aan voedingsstoffen. Het lichaam gebruikt dan eerst de reservestoffen uit vet- en spierweefsel. Als die op zijn, worden spieren afgebroken. Iemand met ondergewicht wordt sneller ziek en kan zich lusteloos en moe voelen. Als het ondergewicht lang aanhoudt, neemt de kans op botbreuken toe.

Ondergewicht kan een gevolg zijn van ondervoeding. Bij **ondervoeding** krijgt iemand te weinig energie of te weinig voedingsstoffen binnen. Dat komt meestal door te weinig voedsel of voedsel met te weinig voedingsstoffen (vooral eiwitten). Maar ook het eten van te veel junkfood kan leiden tot een tekort aan voedingsstoffen. In junkfood, zoals hamburgers, chips en pizza, zitten namelijk erg weinig voedingsstoffen.

ADH staat voor **aanbevolen dagelijkse hoeveelheid**. Dit is de hoeveelheid die je lichaam per dag van deze voedingsstof nodig heeft om goed te functioneren. De ADH is een gemiddelde. Op verpakkingen van voedingsmiddelen staat vaak hoeveel procent de voedingsstoffen in het product bijdragen aan de referentie-inname (RI) (zie afbeelding 4). Dit is een soort etiketterings-ADH.

Afb. 4 Referentie-inname (RI).

Melk... uitsluitend met natuurlijke... bereid en bevat bovendien 1,6% vet.

Ingrediënten: halfvolle yoghurt (MELK), suiker, gemodificeerd tapiocazetmeel, natuurlijk aroma, kleurstof: curcumine/annatto.

| Voedingswaarde              | per 100 ml       | per portie*       | **  |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-----|
| Energie                     | 319 kJ / 75 kcal | 478 kJ / 113 kcal | 6%  |
| Vetten                      | 1,6 g            | 2,4 g             | 3%  |
| waarvan: verzadigd vet      | 1,1 g            | 1,7 g             | 8%  |
| enkelvoudig onverzadigd vet | 0,4 g            | 0,6 g             |     |
| meervoudig onverzadigd vet  | <0,1 g           | 0,1 g             |     |
| Koolhydraten                | 11,5 g           | 17,3 g            | 18% |
| waarvan: suikers            | 10,6 g           | 15,9 g            |     |
| Vezels                      | 0,0 g            | 0,0 g             |     |
| Eiwitten                    | 3,1 g            | 4,7 g             | 3%  |
| Zout***                     | 0,11 g           | 0,17 g            |     |

\* Een portie (een schaalrij) is 150 ml. Deze verpakking bevat circa 7 porties.  
\*\* Percentage per portie, referentie-inname van een gemiddelde volwassene (8400 kJ/2000 kcal).  
\*\*\* Bevat alleen van nature aanwezig zout.  
Bewaarsadvies: gekoeld bewaren (max. 7°C). Na openen beperkt houdbaar.  
... met zie bovenzijde.

BMI

Je kunt nagaan of je een gezond gewicht hebt door je **Body Mass Index (BMI)** te berekenen. Je deelt daarvoor je gewicht (in kilogram) door het kwadraat van je lengte (in meter):

$$BMI = \frac{\text{gewicht}}{\text{lengte} \times \text{lengte}}$$

Voorbeeld: Hans weegt 70 kg en is 1,73 m lang. Zijn BMI is:  $\frac{70}{1,73 \times 1,73} = 23,4$ .



Volwassenen hebben meestal een gezond gewicht als hun BMI tussen de 20 en 25 is. Bij jongeren is dat minder eenvoudig te bepalen, omdat zij nog in de groei zijn. De gemiddelde waarden voor een gezond gewicht bij jongeren van 12 tot en met 14 jaar zie je in tabel 3. Naast de BMI is ook de buikomvang belangrijk. Vooral vet in en rond de buik is nadelig voor de gezondheid.

**Tabel 3** Gezond gewicht (BMI).

| Leeftijd | BMI       |           |
|----------|-----------|-----------|
|          | Meisjes   | Jongens   |
| 12       | 15,6–21,7 | 15,8–21,9 |
| 13       | 16,3–22,6 | 16,4–22,6 |
| 14       | 16,9–23,3 | 17,0–23,3 |

**AFVALLEN EN AANKOMEN**

Als je overgewicht of ondergewicht hebt, kun je proberen je gewicht naar een gezonde waarde te brengen. Sommige mensen met overgewicht proberen af te vallen door minder te eten dan de aanbevolen hoeveelheden of ze slaan een maaltijd over. Dat is niet zo’n goede manier. Hierdoor kun je juist eetbuien krijgen. En als je wilt aankomen, kun je beter niet veel te veel of ongezond voedsel gaan eten. In tabel 4 staan gezonde manieren om aan je gewicht te werken.

**Tabel 4** Gezonde manieren om aan je gewicht te werken.

| AfvalLEN* |                                                                                                                       | Aankomen |                                                                                                                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Eet normale hoeveelheden en beweeg meer.                                                                              | 1        | Eet op vaste tijden, minimaal drie maaltijden per dag.                                                         |
| 2         | Als je een tussendoortje neemt, kies er dan een met weinig vet en koolhydraten.                                       | 2        | Probeer stap voor stap meer te eten. Neem de tijd en kauw goed.                                                |
| 3         | Eet alleen de aanbevolen hoeveelheden. Dat betekent vaak: meer brood, meer fruit, meer groente, minder vlees en kaas. | 3        | Beweeg voldoende en eet producten met veel eiwit. Dit helpt om de spieren op te bouwen.                        |
| 4         | Eet van de aanbevolen hoeveelheden alleen de kleinste hoeveelheid.                                                    | 4        | Neem wat extra vet, zoals vetter vlees, volle melk en 48+-kaas. Ook noten, avocado en vette vis zijn geschikt. |
| 5         | Eet helemaal geen tussendoortjes. Drink wel voldoende water of thee zonder suiker.                                    | 5        | Eet voldoende voedingsvezels. Deze zijn nodig voor een goede darmwerking.                                      |

\* Manier 1 is het minst streng, manier 5 is de strengste manier.



## EETSTOORNISSEN

Mensen met een **eetstoornis** zijn de hele dag in hun hoofd bezig met eten en de invloed daarvan op hun lichaam. Eten is voor hen een bron van spanning en angst. Ze hebben een negatief oordeel over zichzelf, hun lichaamsgewicht en hun uiterlijk. Enkele eetstoornissen zijn anorexia nervosa, boulimia nervosa en eetbuistoornis.

Iemand met **anorexia nervosa** is niet te dik, maar voelt dat wel zo. Symptomen van deze eetstoornis zijn op een extreme manier afvallen en een grote angst hebben om aan te komen. Iemand met anorexia heeft wel honger, maar weigert om (voldoende) te eten. Hierdoor ontstaat ondervoeding en ondergewicht. Anorexia kan leiden tot ziekten, problemen met maag en gebit, en haaruitval. Ongeveer 6% van de anorexiapatiënten overlijdt als gevolg van de ziekte.

Iemand met **boulimia nervosa** is ook bang om dik te worden en eet ook te weinig, maar heeft daarbij regelmatig eetbuien. Daarna braakt hij of zij het voedsel weer uit of gebruikt veel laxeermiddelen. Door dit vasten, braken en laxeren ontstaat ondervoeding. Ook kan de wand van de slokdarm onherstelbaar beschadigen. Ongeveer 4% van de boulimiapatiënten overlijdt als gevolg van de ziekte.

Iemand met een **eetbuistoornis** heeft eetbuien, maar braakt niet en gebruikt geen laxeermiddelen. Daardoor leidt deze eetstoornis tot ernstig overgewicht (obesitas).

De oorzaak van een eetstoornis is vaak psychisch. Iemand met een eetstoornis heeft meestal een negatief oordeel over zichzelf. Enkele oorzaken van eetstoornissen zijn:

- beïnvloed worden door je cultuur of de media (zie afbeelding 5)
- nare gebeurtenissen in je leven
- een gevoel van controle willen hebben
- faalangst of perfectionisme
- ontevreden zijn over jezelf of je uiterlijk

Een eetstoornis kun je niet in je eentje oplossen, omdat het over meer gaat dan alleen eten. Hoe langer iemand lijdt aan een eetstoornis, hoe moeilijker deze te behandelen is. Het is daarom belangrijk dat iemand met een eetstoornis zo snel mogelijk hulp zoekt. Een vertrouwelijk gesprek met de huisarts kan een goed begin zijn.

**Afb. 5** Invloed van schoonheidsidealen in de media.





## KENNIS

1

In de Schijf van Vijf staat elk vak voor een verzameling producten van een bepaalde categorie.

**a** Waarom moet je elke dag producten uit elk vak van de Schijf van Vijf eten?

**b** Wat is een gezondere keuze?

- *bruinbrood / volkorenbrood*
- *frisdrank met suiker / water*
- *olie / vast vet*
- *veel dierlijk voedsel / veel plantaardig voedsel*
- *veel groente en fruit / veel melkproducten*
- *volkoren spaghetti / witte spaghetti*

**c** Welke (voedings)stoffen horen bij welk vak van de Schijf van Vijf?

- |                                                                                                   |                       |                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| A vak: brood en aardappelen (of rijst, macaroni, spaghetti, peulvruchten, couscous)               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 eiwitten, vitaminen en mineralen                         |
| B vak: dranken                                                                                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 vetten en vitaminen                                      |
| C vak: groente en fruit                                                                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 vitamine C en voedingsvezel                              |
| D vak: margarine, halvarine of olie                                                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 water                                                    |
| E vak: melk, kaas (of andere melkproducten) en vlees, vleeswaren, kip, vis, ei of vleesvervangers | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 5 zetmeel, eiwitten, vitaminen, mineralen en voedingsvezel |

**d** Welke adviezen voor gezonde voeding zorgen ervoor dat je voldoende voedingsvezel binnen krijgt? Leg je antwoord uit.

2

Saida is 1,65 m lang en weegt 50 kg. Ze is 13 jaar.

**a** Bereken de BMI van Saida.

**b** Heeft Saida een gezond gewicht? Leg je antwoord uit met behulp van tabel 3.

**c** De vader van Saida weegt 93 kg en heeft een lengte van 1,72 m.  
Wat is de BMI van de vader van Saida?

**d** Welk advies zal een diëtist geven aan de vader van Saida? Leg je antwoord uit.

**e** De Gezondheidsraad geeft per voedingsstof aanbevelingen voor de hoeveelheid die gezonde mensen dagelijks nodig hebben.  
Hoe noem je deze voedingsnorm?

3

Gina ziet veel reclames van slanke topmodellen, waardoor zij zichzelf te dik voelt. Als reactie hierop eet zij te weinig om voldoende voedingsstoffen binnen te krijgen. Daardoor heeft ze ondergewicht.

**a** Welke twee oorzaken hebben bij Gina geleid tot een eetstoornis?

**b** Wat is het verschil tussen boulimia nervosa en eetbuistoornis?

**c** Welk advies zou jij geven aan een vriend met een eetstoornis?



4

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof, bijvoorbeeld in een woordweb.

**INZICHT**

5

Tussendoortjes zijn voedingsmiddelen die je tussen de drie hoofdmaaltijden eet en/of drinkt.

Noteer een dag lang alle tussendoortjes die je eet of drinkt op papier of in je telefoon. Met de lijst ga je onderzoeken hoeveel procent van je gemiddelde energiebehoefte voor een dag afkomstig is van de tussendoortjes.

**a** Neem de ingevulde lijst.

- Noteer in de eerste kolom van de tabel de tussendoortjes met het aantal. Bijvoorbeeld: 2 koekjes.
- Vul in de tweede kolom in hoeveel energie in kJ dit oplevert. Gebruik daarbij tabel 5. Bijvoorbeeld: 400 kJ.
- Tel op hoeveel kJ energie je tussendoortjes in totaal opleveren en vul dit in.



| Tussendoortje | kj energie |
|---------------|------------|
|               |            |
|               |            |
|               |            |
|               |            |
|               |            |
|               |            |
|               |            |
|               |            |
| Totaal        |            |

- b** Bepaal met tabel 1 je gemiddelde energiebehoefte per dag. Bereken hoeveel procent van de gemiddelde energiebehoefte per dag je binnenkrijgt met de tussendoortjes.
- c** Is het vanzelfsprekend ongezond als een groot deel van je gemiddelde energiebehoefte per dag afkomstig is van tussendoortjes?
- d** In 2019 introduceerde het Voedingscentrum de Eetwissel. De bedoeling is dat je door af en toe een gezondere keuze te maken, stapje voor stapje gezonder gaat eten. Je neemt bijvoorbeeld een keer een kop thee (zonder suiker) in plaats van cola. Kies twee ongezonde tussendoortjes uit jouw lijst en vervang ze door een gezondere keuze.

**Tabel 5** Aantal kj per tussendoortje.

| Tussendoortje                | kj  | Tussendoortje        | kj   |
|------------------------------|-----|----------------------|------|
| 1 glas (mineraal)water       | 0   | 1 chocoprince        | 500  |
| 1 kopje thee/koffie          | 0   | 1 stroopwafel        | 550  |
| 1 scheutje koffiemelk        | 45  | 1 zakje chips        | 700  |
| 1 klontje/schepje suiker     | 100 | 1 (room)ijsje        | 700  |
| 1 biscuitje                  | 100 | 1 handvol pinda's    | 700  |
| 1 koekje                     | 200 | 1 portie mayonaise   | 800  |
| 1 beker magere yoghurt       | 200 | 1 gevulde koek       | 900  |
| 1 appel/peer/sinaasappel     | 200 | 1 kroket/frikandel   | 900  |
| 1 sneetje ontbijtkoek        | 225 | 1 Mars/Bounty e.d.   | 1000 |
| 1 glas frisdrank/vruchtensap | 240 | 1 reep chocolade     | 1000 |
| 1 banaan                     | 350 | 1 gebakje            | 1100 |
| 1 beschuit met zoet beleg    | 400 | 1 saucijzenbroodje   | 1300 |
| 1 cracker met (Franse) kaas  | 400 | 1 tompoes            | 1300 |
| 1 rol drop/zuurtjes          | 400 | 1/2 rookworst (Hema) | 1300 |
| 1 plakje cake/baklava        | 400 | 1 portie patat       | 1900 |



6

Of je nu thuis bent, op school, in de bioscoop of voor de kassa van een supermarkt: in Nederland kom je overal onweerstaanbaar lekker eten en drinken tegen. Hierdoor word je continu verleid om iets te eten of te drinken. Het Voedingscentrum noemt dit 'voedselverleidingen'. Vaak staan die voedselverleidingen niet in de Schijf van Vijf.

- a** Maak gedurende één dag foto's van alle voedselverleidingen die je tegenkomt. Denk aan:
  - thuis, bijvoorbeeld een koektrommel op tafel
  - school, bijvoorbeeld een snoepautomaat, de kantine
  - onderweg, bijvoorbeeld een snackbar
- b** Bekijk je foto's.  
Waar ben je de meeste voedselverleidingen tegengekomen?
- c** Sommige voedselverleidingen zijn moeilijk te vermijden. Maar er zijn ook manieren om die verleidingen te weerstaan. Je kunt thuis bijvoorbeeld voorstellen om de koektrommel in een kast op te bergen (of dat zelf te doen).  
Op welke manieren kun jij voedselverleidingen in je omgeving weerstaan? Geef vijf voorbeelden.

7

Je kunt kiezen uit pindakaas of 48+-kaas als broodbeleg. De voedingswaarden van deze voedingsmiddelen staan in tabel 6.

- a** Een portie kaas voor op de boterham weegt 30 g. Een portie pindakaas weegt 15 g. Bereken hoeveel energie beide porties broodbeleg leveren in kilocalorieën (kcal).
- b** Leg met behulp van tabel 6 uit waarom pindakaas de gezondste keuze is. Geef minstens drie redenen.
- c** Veel mensen die willen afvallen, vermijden vetten.  
Leg uit dat het geen goed idee is om helemaal geen vetten te eten.

**Tabel 6** Voedingswaarde per 100 gram.

|                   | Energie | Water | Eiwit | Koolhydraten | Suikers | Vet  | Verzadigd vet | Onverzadigd vet | Cholesterol | Zout | Vezels |
|-------------------|---------|-------|-------|--------------|---------|------|---------------|-----------------|-------------|------|--------|
| Eenheid per 100 g | kJ      | g     | g     | g            | g       | g    | g             | g               | mg          | mg   | g      |
| Pindakaas         | 2613    | 3,0   | 26,0  | 12,0         | 6,0     | 52,0 | 9,2           | 40,5            | 0,0         | 17   | 6,0    |
| Kaas 48+          | 1601    | 41,5  | 24,5  | 0,0          | 0,0     | 32,0 | 20,0          | 11,0            | 110,0       | 621  | 0,0    |

8

Anorexia nervosa heeft lichamelijke gevolgen.

- a** Waardoor kan iemand met anorexia nervosa na verloop van tijd last krijgen van botafbraak?
- b** Vrouwen met diabetes krijgen vaak te horen dat ze gezonder moeten eten, meer moeten bewegen en (bij overgewicht) moeten afvallen om hun diabetes beter onder controle te krijgen en de risico's op aandoeningen in de toekomst te beperken.  
Waardoor ontwikkelen vrouwen met diabetes vaker een eetstoornis?

9

Bij meisjes neemt de energiebehoefte vanaf 16 jaar gemiddeld vrijwel niet meer toe. De energiebehoefte van jongens neemt dan nog wel toe.

- a** Leg uit waardoor dit wordt veroorzaakt.
- b** Wanneer mensen ouder worden, gaan de stofwisselingsprocessen in hun lichaam steeds langzamer.  
Leg uit dat oudere mensen soms genoeg hebben aan een voorgerecht wanneer ze uit eten gaan.



- c Tobias sport drie keer per week en fietst elke dag 16 km naar school. Sam fietst elke dag 2 km naar school en sport nauwelijks. Beide jongens zijn 15 jaar. Ze hebben dezelfde lengte en hetzelfde gewicht (59 kg) en met hun voeding krijgen ze elke dag ongeveer evenveel energie binnen.  
 100 g pinda's levert 623 kcal. Een zakje pinda's weegt 150 g.  
 Hoeveel zakjes pinda's kan Tobias per week ongeveer extra eten voor de extra energie die hij verbruikt in vergelijking met Sam? Geef de berekening bij je antwoord.

## SAMENHANG beroep

### EPIDEMIOLOOG

Frank is epidemioloog. Hij heeft hiervoor de masteropleiding Epidemiologie gevolgd. Je wordt toegelaten tot deze studie als je een bacheloropleiding Biomedische wetenschappen of Geneeskunde hebt gedaan.

Frank doet onderzoek naar de verspreiding en de preventie van ziekten onder de Nederlandse bevolking. Hij onderzoekt hiervoor gedrag in relatie tot voeding. Uit zijn onderzoeksresultaten blijkt dat in bepaalde gebieden in Nederland mensen meer ongezond gedrag vertonen dan in andere gebieden. Dat leidt tot meer overgewicht en meer ziekteverzuim in die gebieden. Ongezond gedrag wordt vaak doorgegeven aan de volgende generatie. Om dit te voorkomen zijn er in Nederland enkele basisscholen die hun leerlingen langer op school houden, zodat ze samen gezond kunnen lunchen en er een uur per dag tijd is om te bewegen. Dit moet voorkomen dat kinderen een ongezonde levensstijl ontwikkelen.

Afb. 6



10

Lees de tekst 'Epidemioloog'.

Om te onderzoeken of het effect heeft om leerlingen op school te laten lunchen en meer te laten bewegen, worden de leerlingen regelmatig onderzocht. Daarbij wordt ook de taille van de leerlingen opgemeten.

- Waarom wordt dat gedaan?
- Uit het onderzoek blijkt dat de BMI van de leerlingen is afgenomen.  
Leg uit op welke twee manieren de BMI van de leerlingen is afgenomen.
- De basisscholen hebben ook besloten om verjaardagstraktaties af te schaffen.  
Waarom hebben ze dit besluit genomen?
- Soms blijken kinderen met overgewicht toch ondervoed te zijn.  
Leg uit hoe dat kan.
- De onderzoekers verwachten dat uiteindelijk ook de mensen in de omgeving van de leerlingen worden beïnvloed en daardoor gezonder gedrag gaan vertonen.  
Op welke manier kunnen de leerlingen mensen in hun omgeving beïnvloeden?



# 5 Voedselbederf

## LEERDOEL

2.5.12 Je kunt manieren beschrijven om voedselbederf tegen te gaan.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |        |        |        |
|------------|--------------------------|--------|--------|--------|
|            | 2.5.12                   | 2.1.3* | 2.2.4* | 2.4.9* |
| Onthouden  | 1ac                      |        |        |        |
| Begrijpen  | 1b, 2, 3, 4              |        |        |        |
| Toepassen  | 5, 6a, 7abc, 8ab, 10bc   | 6c     |        | 6d     |
| Analyseren | 8cd, 9, 10ade            |        | 6b     | 7d     |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**In de natuur ruimen bacteriën en schimmels de dode resten van organismen op. Jouw voedsel bestaat ook uit (dode) resten van organismen, bijvoorbeeld vlees, groenten en fruit. Daar zijn bacteriën en schimmels dol op.**

## VOEDSELVERGIFTIGING

Bacteriën en schimmels kunnen goed leven op groenten, vlees, fruit en ander voedsel. Daardoor kan het voedsel bederven (zie afbeelding 1). Bedorven voedsel kun je niet meer eten. Je wordt er ziek van. Je hebt dan een voedselvergiftiging. **Voedselvergiftiging** is een afweerreactie die ontstaat door het eten van voedsel dat is besmet met giftige stoffen. Deze giftige stoffen worden geproduceerd door bacteriën of schimmels. Meestal kun je zien of ruiken dat voedsel niet meer goed is, maar niet altijd.

Salmonella is een bacterie die veel voorkomt in dieren, vooral in kippen en varkens. **Salmonellabacteriën** kunnen voorkomen in rauwe dierlijke producten, zoals vlees, vis en eieren, en op rauwe groente en fruit. De bacteriën kunnen zich zeer snel vermenigvuldigen, vooral bij temperaturen tussen 20 en 30 °C. Het is gevaarlijk voedsel te eten dat met salmonellabacteriën is besmet. Een besmetting kan klachten geven zoals diarree, buikpijn en koorts. De bacteriën tasten de dunne darm aan en veroorzaken daar een ontsteking. De verschijnselen ontstaan meestal binnen 12 tot 36 uur en duren twee tot drie dagen.

**Afb. 1** Bedorven ham.



## VOEDSEL CONSERVEREN

Micro-organismen (bacteriën en schimmels) planten zich goed voort bij voldoende vocht, voedsel, warmte en zuurstof. Door een of meer van deze omstandigheden ongunstiger te maken, kunnen micro-organismen zich minder goed voortplanten. Daardoor bederft voedsel minder snel. Voedingsmiddelen behandelen waardoor ze langer houdbaar zijn, noem je **conserveren**. Conserveren kan onder andere door invriezen, pasteuriseren, steriliseren en drogen. Ook kunnen conserveermiddelen worden toegevoegd.



### INVRIEZEN

Door de temperatuur van voedsel snel te verlagen naar  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  of lager, zoals in een vriezer, kun je voedsel enkele weken tot maanden goed bewaren. Deze temperatuur is voor bacteriën en schimmels te laag om zich te kunnen voortplanten. Maar zodra je het voedsel ontdooit, gaan bacteriën en schimmels zich weer snel vermenigvuldigen. Ontdooit voedsel uit een diepvriezer moet je dan ook snel bereiden. Je mag het niet opnieuw invriezen.

### PASTEURISEREN

Door melk korte tijd te verhitten tot  $72\text{ }^{\circ}\text{C}$  gaan veel bacteriën en schimmels dood. Dit heet **pasteuriseren**. De melk wordt langer houdbaar, maar niet alle bacteriën en schimmels zijn dood. Daarom bewaar je gepasteuriseerde melk in de koelkast. Dit vertraagt de groei van bacteriën en schimmels.

### STERILISEREN

Door **steriliseren** gaan wel alle bacteriën en schimmels dood. Dat komt doordat de temperatuur bij steriliseren hoger is dan bij pasteuriseren. Melk bijvoorbeeld wordt verhit tot  $130\text{--}140\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Daarna wordt de melk verpakt en naverhit. Deze stappen moeten elkaar snel opvolgen, want als de melk langzaam afkoelt, kunnen er nieuwe bacteriën en schimmels in terechtkomen.

Allerlei voedsel, bijvoorbeeld groente, wordt gesteriliseerd en daarna ingeblikt (luchtdicht verpakt).

### VACUÛM VERPAKKEN

Voedsel kan ook vacuüm worden verpakt. Hierbij wordt alle lucht uit de verpakking weggezogen. Bacteriën en schimmels kunnen zich niet voortplanten door de afwezigheid van zuurstof. Een voorbeeld is koffie, die eerst wordt gebrand en daarna vacuümverpakt.

### GASVERPAKKEN

Veel groenten en vlees in de supermarkt zijn gasverpakt. In de plastic verpakking zit geen lucht, maar een mengsel van gassen, zoals koolstofdioxide, zuurstof en stikstof. Hierdoor blijven groenten en vlees langer houdbaar, en vlees behoudt langer zijn kleur.

Afb. 2 Invriezen.



Afb. 3 Pasteuriseren.



Afb. 4 Steriliseren.



Afb. 5 Vacuümverpakt voedsel.



Afb. 6 Gasverpakt voedsel.





## DROGEN

Door al het water aan een voedingsmiddel te onttrekken, kunnen bacteriën en schimmels zich niet voortplanten. Voorbeelden van gedroogde producten zijn melkpoeder, rozijnen en soep in droge vorm.

## CONSERVEERMIDDELEN TOEVOEGEN

Door **conserveermiddelen** zoals suiker, zout, zuur (bijvoorbeeld azijn), stikstof of sulfiet toe te voegen, worden de leefomstandigheden voor bacteriën en schimmels ongunstig. Voorbeelden zijn suiker in jam en zout in nieuwe haring en in olijven.

Afb. 7 Drogen.



Afb. 8 Conserveermiddelen.



## DOORSTRALEN

Soms worden voedingsmiddelen doorstraald met radioactieve stralen. Daardoor kunnen bacteriën en schimmels zich minder snel vermenigvuldigen of worden ze gedood. Doorstralen mag alleen als er een grote kans is op ziekteverwekkende bacteriën en schimmels, bijvoorbeeld in kip.

## ADDITIEVEN

Een conserveermiddel is een voorbeeld van een additief. **Additieven** zijn stoffen die aan voedingsmiddelen worden toegevoegd om ze langer houdbaar of aantrekkelijker te maken. Suiker, azijn en zout zijn natuurlijke additieven.

Vaak worden **kleurstoffen** toegevoegd om een voedingsmiddel er mooier uit te laten zien. Soms worden ook **geurstoffen** en **smaakstoffen** toegevoegd. Kleur-, geur- en smaakstoffen kunnen natuurlijke additieven zijn, bijvoorbeeld de kleurstof uit rode bieten. Die stof wordt gebruikt om voedsel rood te kleuren. Ze kunnen ook kunstmatig zijn. Kunstmatige additieven worden in een fabriek gemaakt. Ze komen in de natuur niet voor.

Als aan een voedingsmiddel geen kunstmatige additieven zijn toegevoegd, staat dat vaak duidelijk op de verpakking (zie afbeelding 9).

Afb. 9 Voedsel zonder kunstmatige additieven.





## KENNIS

1

- a Wat is voedselvergiftiging?  
 b Salmonellabacteriën vermenigvuldigen zich het snelst bij 15 °C / 25 °C / 35 °C.  
 c Wat is conserveren?

2

Welke manier van conserveren hoort bij de beschrijving?

- |                                                |                       |                                                                  |
|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------|
| A alle lucht uit de verpakking wegzuigen       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 additieven                               |
| B augurken in een zure oplossing leggen        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 doorstralen                              |
| C behandelen met radioactieve stralen          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 drogen                                   |
| D de temperatuur verlagen tot -20 °C of lager  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 invriezen                                |
| E onttrekken van water aan het voedsel         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 5 kunstmatige conserveermiddelen toevoegen |
| F smaakstoffen toevoegen                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 6 natuurlijke conserveermiddelen toevoegen |
| G sulfiet door een drank mengen                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 7 pasteuriseren                            |
| H verhitten tot een temperatuur van 72 °C      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 8 steriliseren                             |
| I verhitten tot een temperatuur van 130–140 °C | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 9 vacuüm verpakken                         |

3

Conserveringsmethoden kunnen te maken hebben met:

- 1 conserveermiddelen toevoegen
- 2 temperatuur ongunstig maken
- 3 water onttrekken
- 4 zuurstof onttrekken

Met welke methode(n) heeft de manier van conserveren te maken? Zet bij elke manier het juiste nummer.

- |                                |                |                    |       |
|--------------------------------|----------------|--------------------|-------|
| • drank injecteren met sulfiet | .....          | • invriezen        | ..... |
| • drogen                       | .....          | • pasteuriseren    | ..... |
| • gasverpakken                 | .....          | • steriliseren     | ..... |
| • in zure vloeistof leggen     | .....          | • vacuüm verpakken | ..... |
| • inblikken                    | ..... en ..... |                    |       |



4



Samenvatting

- Leg uit wat voedselvergiftiging is.
- Leg uit wat conserveren betekent.
- Vul de tabel in.

.....

.....

.....

.....

| Principe                    | Methode van conserveren | Werkwijze en waarom dit werkt |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Radioactieve stralen        |                         |                               |
|                             |                         |                               |
| Conserveermiddel toevoegen  |                         |                               |
|                             |                         |                               |
| Temperatuur ongunstig maken |                         |                               |
|                             |                         |                               |
|                             |                         |                               |
| Water onttrekken            |                         |                               |
|                             |                         |                               |
| Afsluiten van zuurstof      |                         |                               |
|                             |                         |                               |
|                             |                         |                               |



## INZICHT

5

In afbeelding 10 zie je vier conserveringsmethoden.

a Welke foto hoort bij de beschrijving?

- |                                                                                                            |                       |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| A Bij $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ kunnen micro-organismen zich niet voortplanten.                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 foto 1 |
| B Door het voedingsmiddel te verhitten tot $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ , gaan veel micro-organismen dood. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 foto 2 |
| C Zonder vocht kunnen micro-organismen niet groeien of zich voortplanten.                                  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 foto 3 |
| D Zonder zuurstof kunnen micro-organismen zich niet voortplanten.                                          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 foto 4 |

b Zet onder elke foto de naam van de conserveringsmethode.

Afb. 10 Conserveringsmethoden.



foto 1



foto 2



foto 3



foto 4

6

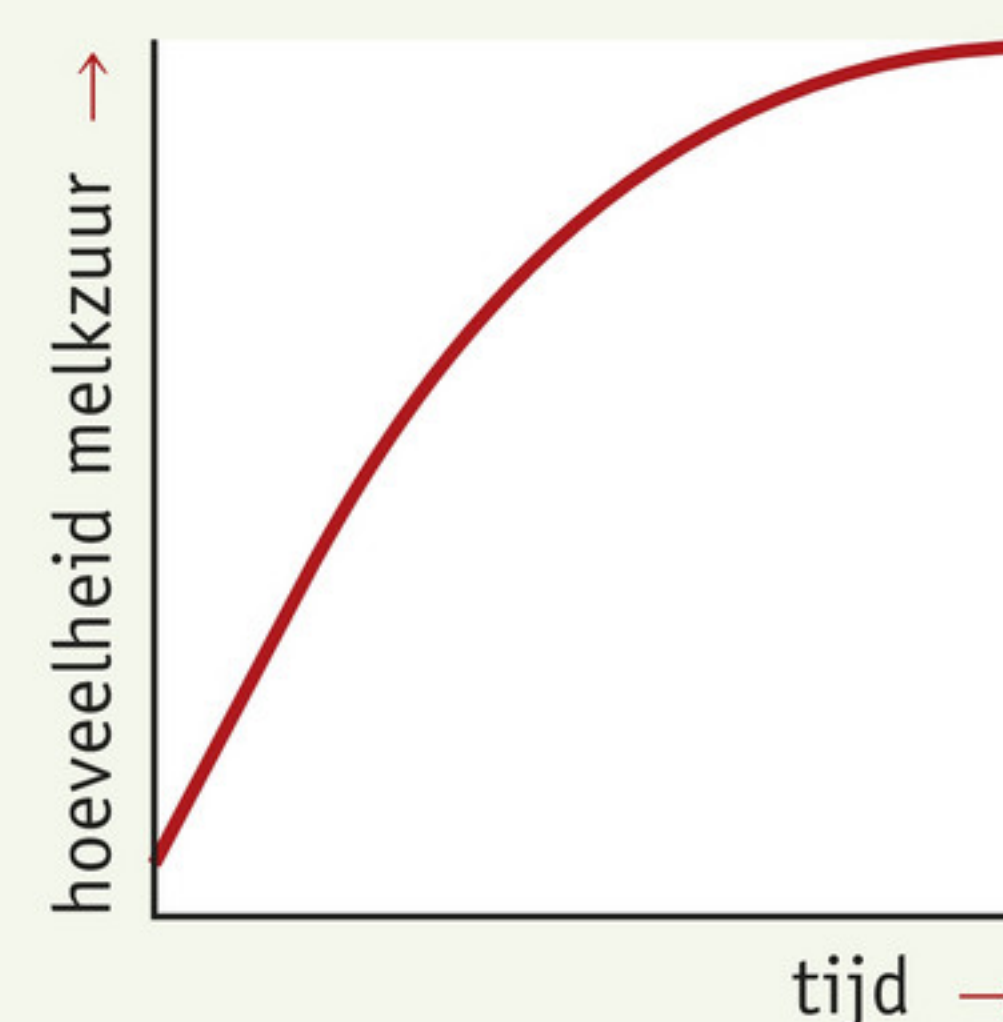
Lees de tekst 'Zuurkool' in afbeelding 11.

- Volgens de grafiek neemt de hoeveelheid melkzuur tijdens de productie van zuurkool na een bepaalde tijd niet meer toe. Leg uit waarom niet.
- Waardoor is zuurkool lichter verteerbaar dan witte kool?
- Tijdens lange vaartochten was het vroeger niet mogelijk om verse groente en fruit mee te nemen. Zuurkool is lang houdbaar en is dus wel geschikt om mee te nemen op lange vaartochten. Halverwege de achttiende eeuw werd ontdekt dat het regelmatig eten van zuurkool scheurbuik kon voorkomen. Welke vitamine bevat zuurkool?
- Wat is het nadeel als zout wordt gebruikt voor het conserveren van voedingsmiddelen?

Afb. 11

### Zuurkool

Voor het maken van zuurkool worden schone en fijngesneden rauwe bladeren van witte kool met zout bestrooid. De kool wordt afgedekt, met iets zwaars onder druk gezet en luchtdicht afgesloten. Na drie tot acht weken is de zuurkool klaar. In die tijd zetten melkzuurbacteriën koolhydraten in de koolbladeren om. Daarbij ontstaat onder andere melkzuur. Melkzuur geeft de frisse, zure smaak aan de zuurkool.





7

Afbeelding 12 is een foto van stokvis. De vis aan de stokken is meestal kabeljauw.

- Welke conserveringsmethode wordt gebruikt voor stokvis? .....
- Stokvis wordt in de winter in het noorden van Noorwegen geproduceerd.  
Leg uit waarom daar en waarom op dat moment.
- Waarom wordt stokvis langs de kustlijn of in open vlakten opgehangen?
- Stokvis was vroeger volksvoedsel, doordat het goedkoop was en met bijna 40% eiwitten erg voedzaam.  
Waarom is het percentage eiwitten in stokvis zo hoog?

**Afb. 12** Stokvis.



8

- In afbeelding 13.1 zie je schimmelkazen. Dat zijn kazen waar eetbare schimmels of bacteriën op zijn gegroeid.  
Leg uit waarom veel mensen bij schimmelkaas aan bedorven voedsel denken.
- Is schimmelkaas ook bedorven voedsel? Leg je antwoord uit.
- Voor het maken van schimmelkaas worden speciale bacteriën en schimmels gebruikt.  
Dit zijn geen ziekteverwekkende micro-organismen.  
Waarom dragen de medewerkers van een fabriek waar schimmelkaas wordt gemaakt, handschoenen, een plastic muts en een mondkapje (zie afbeelding 13.2)?
- In afbeelding 13.3 zie je Goudse kaas die ligt te rijpen.  
Welke manier van conserveren zie je op de foto? Leg je antwoord uit.

**Afb. 13**



1 schimmelkazen



2 medewerkers in een kaasfabriek



3 Goudse kaas

+ 9

De meest effectieve conserveringsmethode is verhitten tot 120 °C.

- Waarom wordt niet elk voedingsmiddel standaard verhit tot 120 °C?
- Een ongeopend pak gesteriliseerde melk is maandenlang buiten de koelkast houdbaar.  
Een geopend pak moet je in de koelkast bewaren en binnen vijf dagen gebruiken.  
Leg uit waardoor je een geopend pak gesteriliseerde melk niet zo lang kunt bewaren en een gesloten pak wel.
- De bacteriën *Staphylococcus aureus* en *Clostridium perfringens* zorgen jaarlijks voor de meeste gevallen van voedselvergiftiging. *Campylobacter* en *salmonella* veroorzaken minder ziektegevallen maar zijn veel bekender.  
Wat zou de oorzaak hiervoor kunnen zijn?



## SAMENHANG leefwereld

### VOEDSELVERGIFTIGING VOORKOMEN

Door veilig om te gaan met eten, kun je voorkomen dat je een voedselvergiftiging oploopt. Daarvoor gelden de volgende adviezen:

- Als je eten gaat kopen, let dan op de houdbaarheidsdatum en koop bederfelijke voedingsmiddelen en diepvriesproducten als laatste. Doe thuis producten zo snel mogelijk in de koelkast als dat nodig is en volg altijd het bewaaradvies op de verpakking.
- Was eerst je handen als je gaat koken en zorg ervoor dat je schoon keukengerei gebruikt. Ook tijdens het koken moet je tussendoor je handen wassen als je rauw vlees of rauwe groente of vis hebt aangeraakt. Fruit en groente moet je goed afspoelen onder koud water, zeker als je ze rauw eet.
- Scheid rauw en bereid voedsel. Gebruik niet dezelfde snijplank voor rauw vlees en daarna voor gaar eten of voor groente die je rauw wilt gaan eten. Zo voorkom je kruisbesmetting (zie afbeelding 14).
- Bewaar eten dat je over hebt in de koelkast bij een temperatuur van 4 °C. Laat warme producten eerst snel afkoelen voordat je ze in de koelkast zet. Eet een restje binnen twee dagen op en verhit het door en door voordat je het opeet.

**Afb. 14** Kruisbesmetting.



10

Lees de tekst 'Voedselvergiftiging voorkomen'.

Bij een voedselvergiftiging maken giftige stoffen in het eten je ziek. Deze giftige stoffen worden geproduceerd door bacteriën of schimmels.

- Waarom is het verhitten van eten niet altijd voldoende om te voorkomen dat je ziek wordt bij een voedselvergiftiging?
- Waarom kun je bederfelijke voedingsmiddelen en diepvriesproducten beter als laatste kopen?
- 'Zomergriep' blijkt heel vaak een voedselvergiftiging te zijn. Waarom komt voedselvergiftiging vaker voor in de zomer?
- In afbeelding 14 worden groenten en vlees op dezelfde snijplank in stukjes gesneden. Er kan dan 'kruisbesmetting' plaatsvinden. Waarom moet je dit vermijden als je niet ziek wilt worden?
- Een vaatdoekje moet je elke dag vervangen door een schoon exemplaar. Vaatdoekjes, handdoeken en theedoeken moet je in de wasmachine wassen op minimaal 60 °C. Leg uit waarom deze handelingen nodig zijn.



# 6 Voeding en vertering bij zoogdieren

## LEERDOEL

2.6.13 Je kunt bij zoogdieren het verband aangeven tussen de voedselkeuze, de lengte van het darmkanaal en de kenmerken van het gebit.

► Practicum 9

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |        |        |        |        |
|------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|
|            | 2.6.13                   | 2.1.2* | 2.2.4* | 2.2.6* | 2.3.7* |
| Onthouden  | 1, 2, 3                  |        |        |        |        |
| Begrijpen  | 4                        |        |        |        |        |
| Toepassen  | 5, 8a                    |        |        | 10a    | 10d    |
| Analyseren | 6, 7a, 8b, 9, 10b        | 7b     | 10ce   |        |        |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Mensen zijn alleseters: zij eten planten én dieren. Veel andere zoogdieren eten alleen planten of alleen dieren. Het gebit van zoogdieren is aangepast aan de voedselkeuze.**

## PLANTEN EN/OF DIEREN

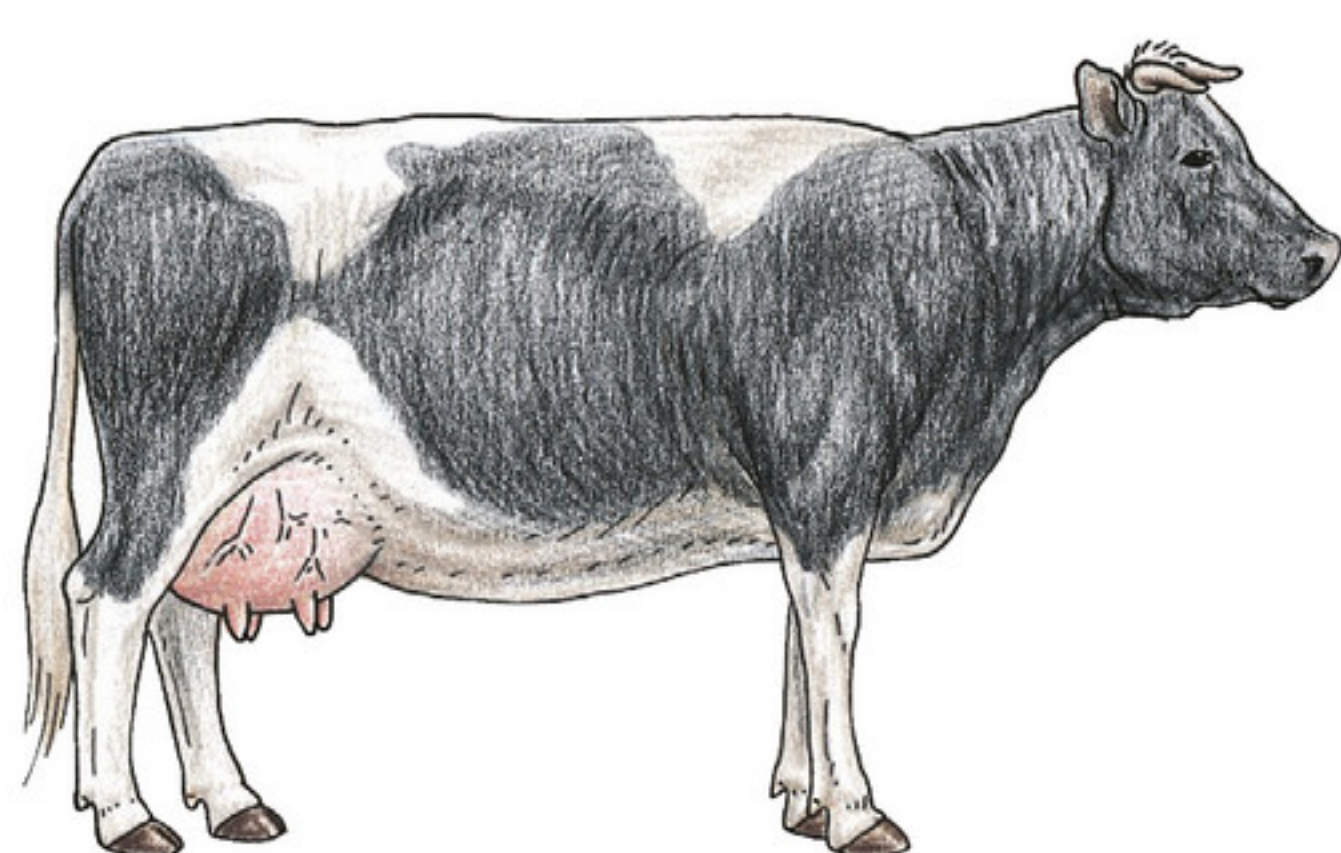
Zoogdieren die alleen planten eten, noem je **planteneters**, zoogdieren die alleen dieren eten, noem je **vleeseters** en zoogdieren die planten én dieren eten, noem je **alleseters**. Er is verschil tussen de verteringsstelsels van planteneters, vleeseters en alleseters. Plantaardig voedsel is moeilijk verteerbaar. Dat komt doordat plantencellen een celwand hebben. De celwanden bestaan onder andere uit de stof cellulose. Deze stof is moeilijk te verteren. Doordat dierlijk voedsel geen celwanden bevat, is het gemakkelijker te verteren.

## PLANTENETERS

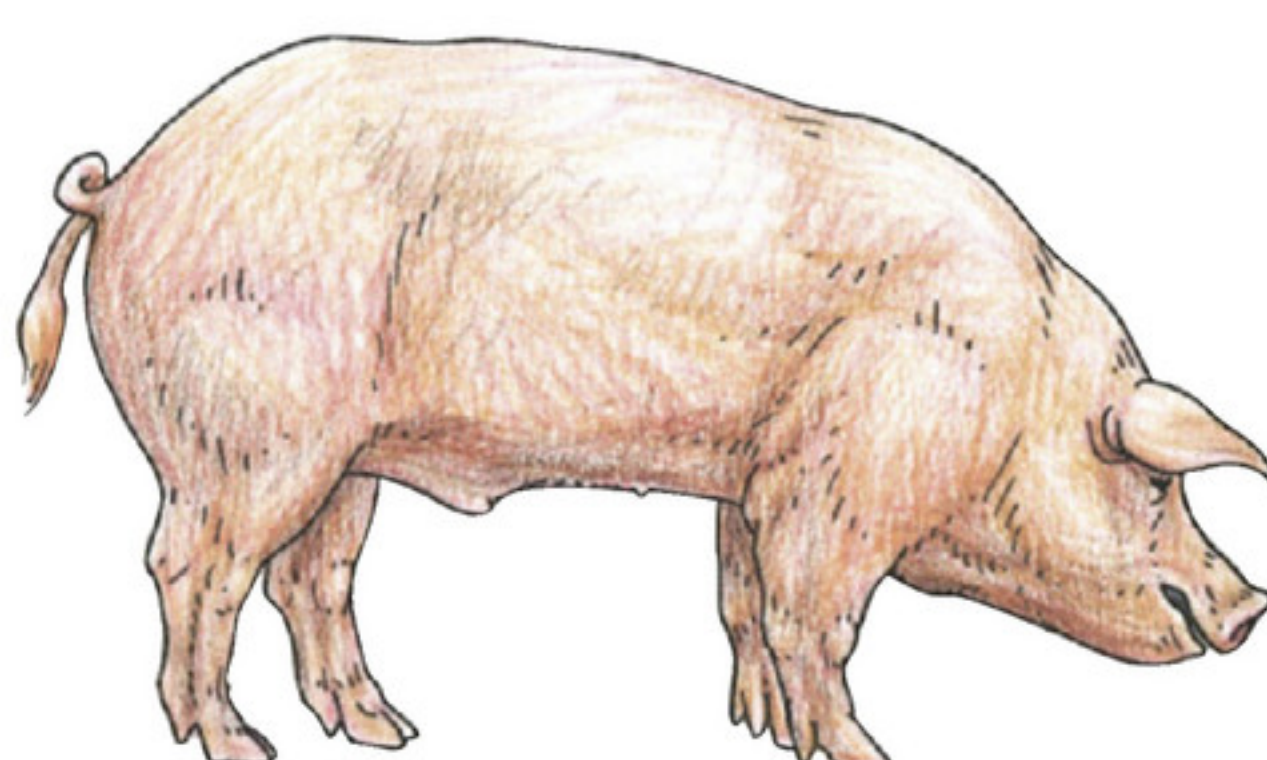
Planteneters noem je ook wel **herbivoren**. Ze hebben een lang darmkanaal in verhouding tot hun lichaamslengte. Het darmkanaal van bijvoorbeeld een koe is wel veertig meter lang. Dat is ongeveer vijftwintig keer zo lang als het lichaam. De buik is daardoor dik in verhouding tot de lengte van het dier (zie afbeelding 1.1). Het lange darmkanaal is nodig om de celwanden van plantencellen te verteren.

Planteneters hebben **plooikiezen** (zie afbeelding 2.1). Dat zijn kiezen met harde richels van glazuur. Door het kauwen wordt het voedsel tussen de harde richels fijn gemalen. De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting (zie afbeelding 3). Bij planteneters ontbreken vaak de hoektanden.

**Afb. 1** Lengte darmkanaal in verhouding tot lichaamslengte.



1 planteneter: lang

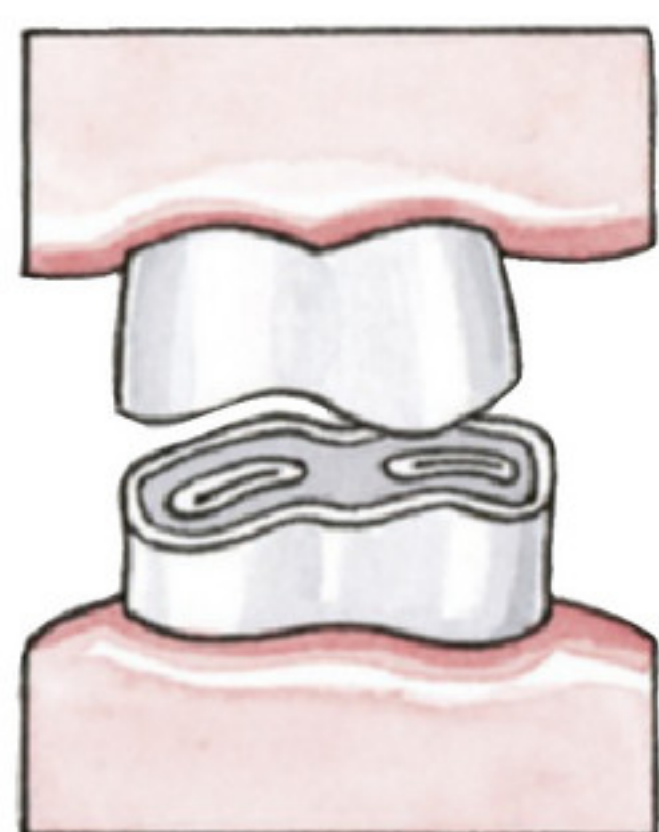


2 alleseter: middellang

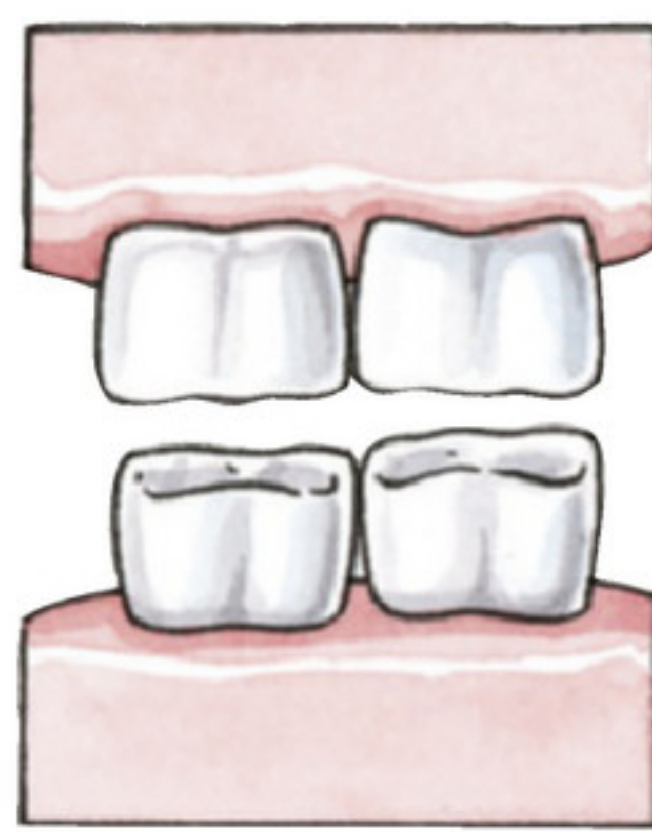


3 vleeseter: kort

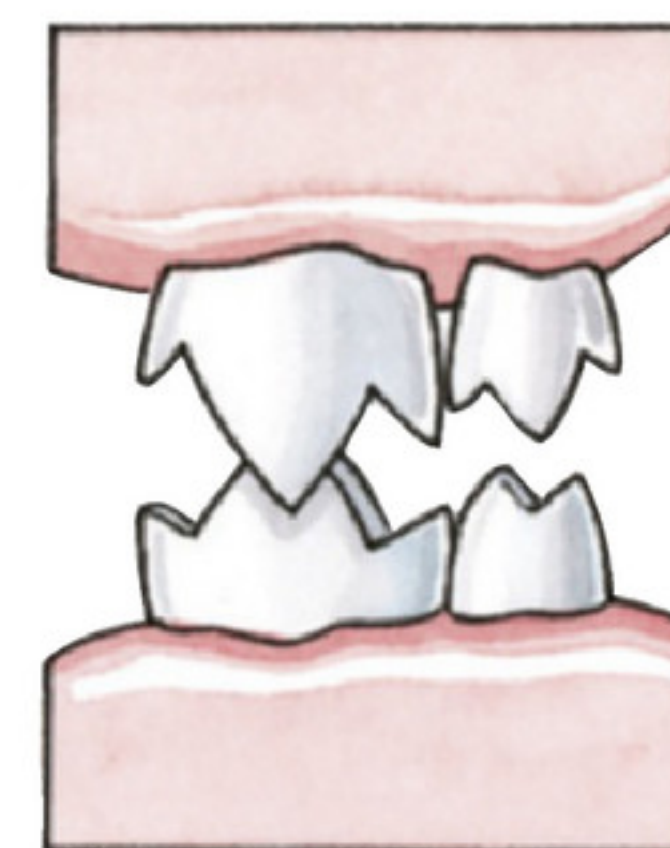


**Afb. 2** Kiezen.

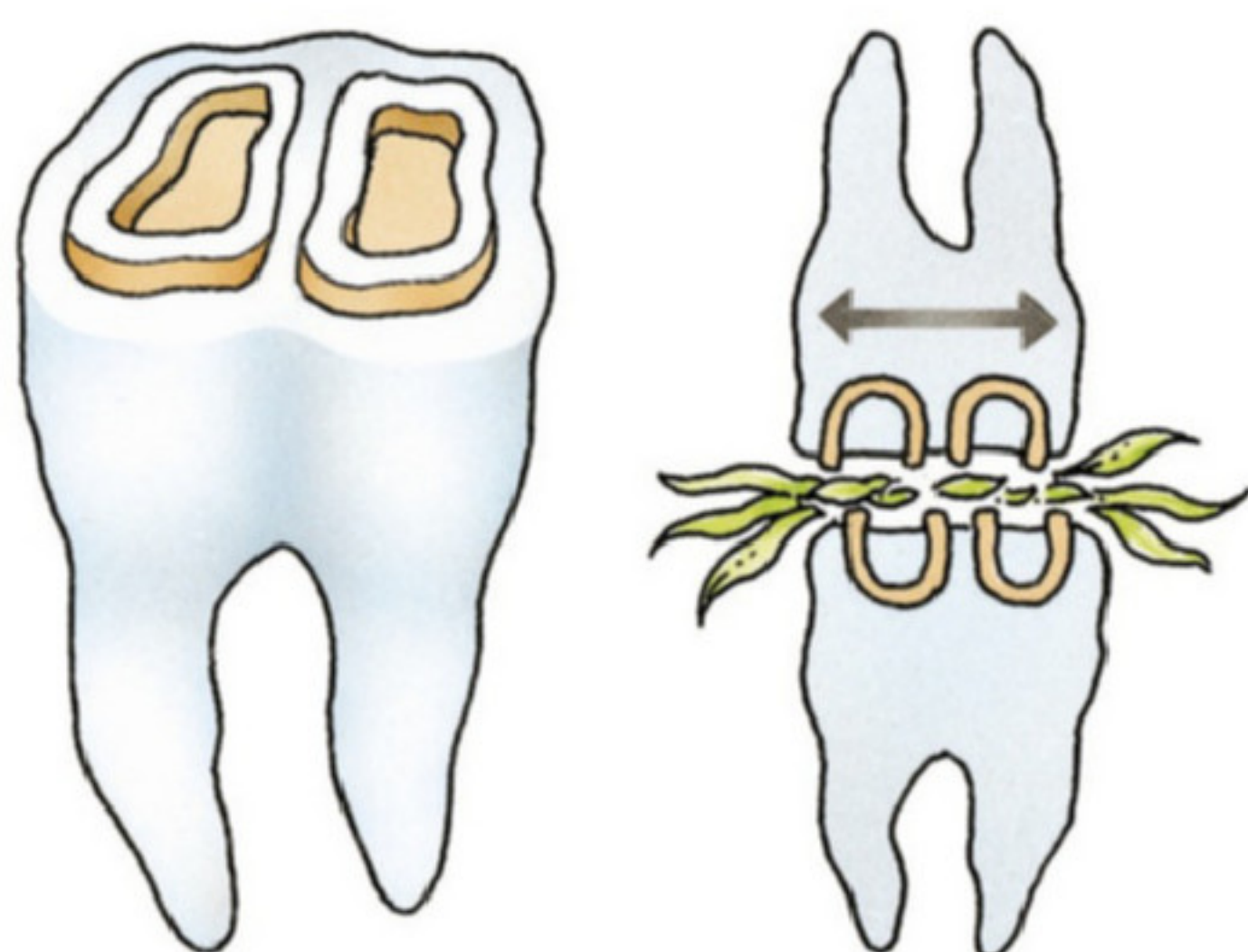
1 planteneter: plooi kiezen



2 alleseter: knobbel kiezen



3 vleeseter: knip kiezen

**Afb. 3** Tussen de harde richels van plooi kiezen wordt het voedsel fijngemalen.**VLEESETERS**

Vleeseters noem je ook wel **carnivoren**. Vleeseters hoeven geen celwanden van planten te verteren. Ze hebben dan ook een kort darmkanaal in verhouding tot hun lichaamslengte. Bij bijvoorbeeld een hond is het darmkanaal ongeveer vijfenhalf keer zo lang als het lichaam. Het lichaam is daardoor slank (zie afbeelding 1.3).

Vleeseters hebben **knipkiezen** (zie afbeelding 2.3). Dat zijn scherpe kiezen waarmee het voedsel in stukken wordt geknipt, zodat het snel kan worden doorgeslikt. De bovenkaak is breder dan de onderkaak, zodat de kiezen langs elkaar glijden zoals bij een schaar. De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp (zie afbeelding 4). Ze worden gebruikt om de prooi te doden en stukken vlees los te scheuren. Ze kunnen ook worden gebruikt voor verdediging.

**Afb. 4** Knipkiezen en hoektanden bij honden (vleeseter).

1 knipkiezen



2 hoektanden



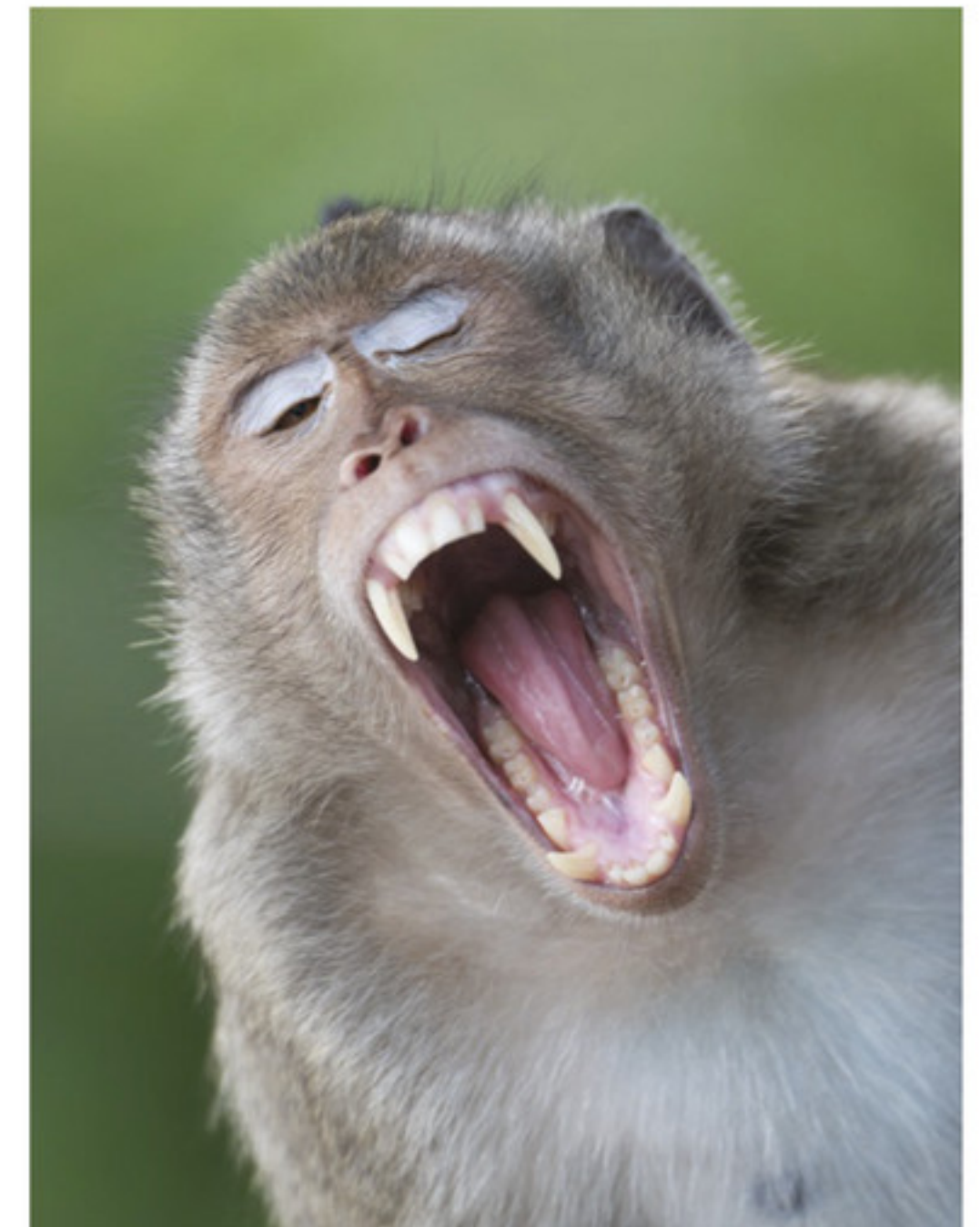
## ALLESETERS

Alleseters noem je ook wel **omnivoren**. Een varken bijvoorbeeld is een alleseter (zie afbeelding 1.2). Bij alleseters is de lengte van het darmkanaal in verhouding tot de lichaamslengte middellang. Alleseters hebben **knobbeltkiesen** (zie afbeelding 2.2). Dat zijn kiezen met een knobbelig oppervlak zodat het voedsel kan worden gemalen.

Alleseters hebben meestal hoektanden. Bij sommige alleseters zijn die groot, spits en scherp (zie afbeelding 5). Ze worden dan gebruikt om de prooi te doden. Bij andere alleseters zijn de hoektanden ongeveer even groot als de snijtanden.

Ook mensen zijn alleseters. Wij hebben ook knobbeltkiesen. Maar wij snijden ons voedsel ook nog klein met een mes en bewerken het door het te koken. Daardoor kunnen we een deel van ons plantaardig voedsel toch verteren.

**Afb. 5** Grote hoektanden en knobbeltkiesen bij een aap (alleseter).



## KENNIS

1

Wat hoort bij elkaar?

- |               |                       |                                   |
|---------------|-----------------------|-----------------------------------|
| A alleseter   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 carnivoor |
| B planteneter | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 herbivoor |
| C vleeseter   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 omnivoor  |

2

Zoogdieren voeden zich met planten en/of met dieren.

**a** Welk voedsel is beter verteerbaar: plantaardig voedsel of dierlijk voedsel? Leg je antwoord uit.

**b** Hoe lang is het darmkanaal in verhouding tot de lichaamslengte?

- |             |                       |                                    |
|-------------|-----------------------|------------------------------------|
| A carnivoor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 kort       |
| B herbivoor | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 middellang |
| C omnivoor  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 lang       |

3

Vul in. Gebruik bij de kiezen: *knip – knobbelt – plooi*. Gebruik bij de hoektanden: *geen – grote – grote of kleine*.

- Een alleseter heeft ..... kiezen en ..... hoektanden.
- Een planteneter heeft ..... kiezen en meestal ..... hoektanden.
- Een vleeseter heeft ..... kiezen en meestal ..... hoektanden.



4



Samenvatting

Vul de tabel in.

| Soort dier                                  | Alleseter | Planteneter | Vleeseter |
|---------------------------------------------|-----------|-------------|-----------|
| Andere naam                                 |           |             |           |
| Lengte darmkanaal in verhouding tot lichaam |           |             |           |
| Soort kiezen                                |           |             |           |
| Functie van kiezen                          |           |             |           |
| Bouw van kiezen of kaak                     |           |             |           |
| Hoektanden                                  |           |             |           |

INZICHT

5

In afbeelding 6 zie je drie schedels van zoogdieren.

- a Welke schedel is afkomstig van een vleeseter? Leg je antwoord uit en geef daarbij twee redenen.
- b Welk dier heeft een darmkanaal dat lang is in verhouding tot het lichaam? Leg je antwoord uit.
- c Welke schedel is van een alleseter? Leg je antwoord uit.

Afb. 6 Schedels van drie dieren.



schedel 1



schedel 2



schedel 3



6

In tabel 1 staat de samenstelling van het voer van drie soorten huisdieren. Noteer van elke soort welk type kiezen de soort heeft en leg uit waaruit je dat opmaakt.

Tabel 1 Samenstelling voer van drie soorten huisdieren.

| Huisdier  | Samenstelling voer                                                                                                                                                |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cavia     | graan, gedroogde voedergewassen, bijproducten van zaden, oliehoudende zaden, gedroogde kruiden en vruchten, groenten(bij)producten, mineralen, vitaminen          |
| Kat       | granen (2%), plantaardige bijproducten (3%), tonijn (67%), melk en melkbijproducten (9%), ei en eierproducten (17%), mineralen, gist, plantaardige eiwitextracten |
| Tamme rat | graan(bij)producten, zaden/peulvruchten, oliehoudende zaden, visproducten, oliën en vetten, vezelrijke producten, kippenmaag, mineralen, noten                    |

7

Bij konijnen vindt een groot deel van de vertering plaats door micro-organismen in de dikke darm en de blindedarm. Veel voedingsstoffen komen daardoor pas in dit laatste deel van de darmen vrij. Het konijn poept ze uit in de vorm van speciale keutels (nachtkeutels). Die eet hij vervolgens direct weer op.

- a Leg uit wat de voordelen zijn van deze manier van voedselverwerking.
- b Waarom moet je contact opnemen met een dierenarts als er nachtkeutels blijven liggen in het hok van een konijn?

8

- a Zoek op internet of in een woordenboek het verschil op tussen vegetariërs en veganisten.  
Wat is het verschil?
- b Zijn vegetariërs herbivoren? En veganisten? Leg je antwoord uit.

+ 9

In afbeelding 7 zie je een neusaap. Apen zijn herbivoren of omnivoren.

- a Wat verwacht je dat een neusaap is? Geef aan uit welk lichamelijk kenmerk je dit kunt afleiden.
- b De reuzenpanda behoorde tot de carnivoren, maar heeft zich gespecialiseerd in het eten van bamboe. De lengte en de werking van zijn darmkanaal is daar niet op aangepast.  
Leg uit dat dit niet gunstig is voor de overlevingskansen van een reuzenpanda.

Afb. 7 Een neusaap.



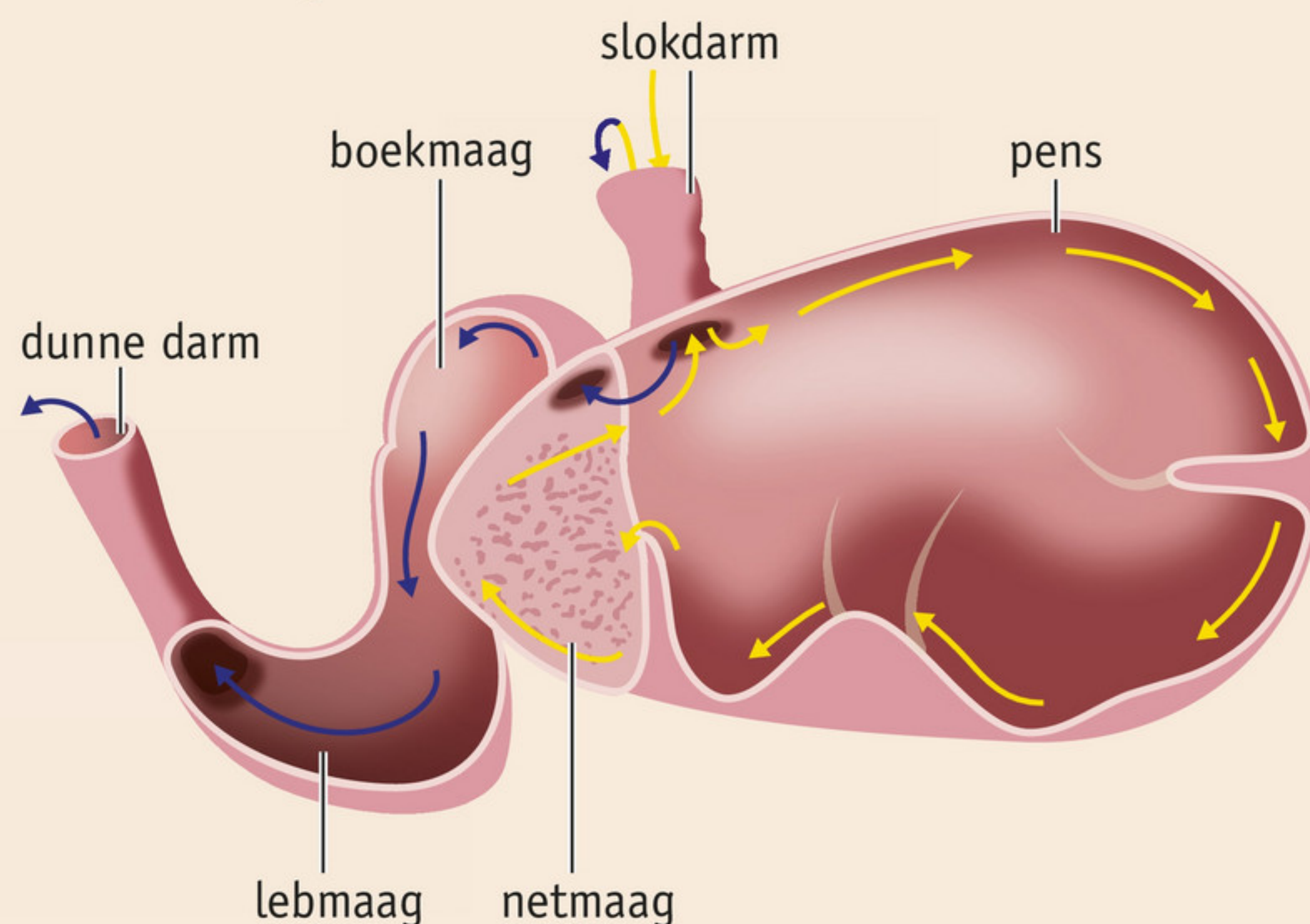


## SAMENHANG leefwereld

### VERTERING BIJ DE KOE

Plantenetters maken geen enzymen aan om cellulose in celwanden van planten te verteren. Door samen te leven met bacteriën die daar wel enzymen voor aanmaken, zijn planten toch geschikt als voedselbron. Koeien hebben daarom veel soorten bacteriën in hun pens (zie afbeelding 8). De pens is de eerste maag waar het voedsel in komt nadat het is ingeslikt. Bacteriën in de pens verteren cellulose en vetten. Er komen steeds nieuwe bacteriën bij doordat bacteriën zich delen. Een deel van de bacteriën stroomt met de voedselbrij naar de volgende magen en wordt daar verteerd. Een ander deel is voedsel voor een andere groep micro-organismen in de pens: de wimperdiertjes. Na het grazen zoekt een koe een rustige ligplaats. Het voedsel dat door de bacteriën al gedeeltelijk is verteerd, komt terug in de bek en wordt nogmaals gekauwd en daarna opnieuw ingeslikt. Het voedsel komt dan via de netmaag in de boekmaag. Via de wand van de boekmaag worden mineralen en water opgenomen in het bloed. In de lebmaag worden vooral eiwitten en koolhydraten verteerd. Uiteindelijk wordt de voedselbrij doorgegeven aan de dunne darm.

**Afb. 8** De magen van een koe.



10

Lees de tekst 'Vertering bij de koe'.

Om te kunnen herkauwen moet het voedsel vanuit de pens terug naar de bek.

- Hoe kan het voedsel vanuit de pens via de slokdarm terugkomen in de bek?
- Wimperdiertjes vormen ruim 10% van de pensinhoud. Zij stromen met de voedselbrij door naar de volgende magen en worden daar verteerd.  
Leg uit dat wimperdiertjes de voornaamste, goed verteerbare voedselbron vormen voor de koe.
- Bij paarden leven de bacteriën die cellulose kunnen verteren in de blindedarm. Deze bacteriën worden uitgescheiden met de ontlasting.  
Wat is hiervan het nadeel?
- Welk deel van het verteringskanaal van de mens heeft een vergelijkbare functie als de boekmaag? Leg je antwoord uit.
- Bacteriën uit de pens van een koe kunnen mogelijk een rol spelen bij het winnen van biobrandstoffen uit plantaardig restafval. De enzymen van deze bacteriën kunnen koolhydraten omzetten in bioalcohol.  
Bij experimenteel onderzoek zijn de omstandigheden in een kweekvat normaal gesproken hetzelfde als in de pens.  
Leg uit dat er minder bioalcohol wordt gevormd als de temperatuur in het kweekvat lager is dan de temperatuur in de pens.



# Samenhang

## VLIEGENLARVEN VOOR JE VIervoETER

Per jaar wordt er wereldwijd zo'n 330 miljoen ton vlees verkocht. Al dat vlees komt van zo'n 19 miljard kippen, 1,5 miljard koeien, 1 miljard schapen en 1 miljard varkens. Maar wist je dat 10 tot 20% van dit vlees in de magen van honden, katten en andere huisdieren verdwijnt? Steeds meer fabrikanten richten zich nu op een duurzamer alternatief: insectenbrokken.

### BROEIKASGASSEN

Zoveel vlees produceren als mensen nu eten, is een behoorlijke belasting voor het milieu. Er is heel veel landbouwgebied en water voor nodig, en er komen de nodige broeikasgassen bij vrij. Reden genoeg voor veel mensen om af en toe eens een vleesloze maaltijd te eten of om zelfs helemaal vegetarisch te gaan leven. Maar ook bij het voeren van huisdieren valt er winst te behalen. Veel huisdieren krijgen brokken te eten die gemaakt zijn van organen of vleesresten. Dat is op zich een mooie manier om van slachtafval af te komen, maar organen kunnen ook gewoon door mensen worden gegeten. Vooral in Azië is er veel vraag naar orgaanvlees. Er zijn zelfs baasjes die hun hond luxe vlees, zoals een biefstuk, voorzetten, wat ook niet echt helpt bij het minder vlees consumeren.

### HONGERIGE WOLVEN

In steeds meer winkels vind je nu een veelbelovend alternatief: hondenbrokken met als belangrijkste ingrediënt larven van de zwarte soldatenvlieg (*Hermetia illucens*). De vliegen worden onder andere gekweekt in Nederland. De larven van deze vlieg lusten bijna alles: van fruitafval tot koeienpoep (zie afbeelding 1). Maar ook op een pizza met kaas vallen ze aan als hongerige wolven: een paar duizend larven werken die binnen twee uur naar binnen. Na een week of twee zijn de larven verzadigd en klaar om te verpoppen. Ze zijn dan meer dan duizend keer zo zwaar als toen ze uit het ei kropen. De poep die ze in deze tijd hebben geproduceerd, is geurloos en heel geschikt als potgrond. De larven worden gedroogd en vermalen tot insectenmeel dat tjokvol eiwit zit.

**Afb. 1** Soldatenvliegenlarven eten meloen.





## SOLDATENVLIEGLARVENIJSJE

Het meel van de soldatenvlieglarven is het belangrijkste ingrediënt van insectenhondenvoer (zie afbeelding 2). Daarnaast voegen fabrikanten extra's toe aan de brokken, zoals havermout, aardappels, gist, zeewier, lijnzaad, pompoen, cichorei en peterselie. In zo'n mix zit alles wat honden nodig hebben en het is vaak gemakkelijker te verteren dan rauw vlees. Honden vinden de brokken nog lekker ook: tijdens een proefsessie van een merk insectenhondenbrokken lieten maar 2 van de 67 honden hun eten staan.

En mocht je geen hond hebben: in de Verenigde Staten maakt men van soldatenvlieglarven nu ook etenswaren voor mensen. Wat dacht je van een soldatenvlieglarvenijsje?

**Afb. 2** Hondenvoer op basis van insecten.



## OPDRACHTEN

1

- a Zijn soldatenvlieglarven vleeseters, planteneters of alleseters?
  - ☐ A alleseters
  - ☐ B planteneters
  - ☐ C vleeseters
- b Vanaf hun geboorte eten soldatenvlieglarven bijna onophoudelijk. Voor welk levenskenmerk gebruiken de larven de voedingsstoffen in dit stadium vooral? voor .....
- c Volwassen soldatenvliegen hebben geen mond en eten dus niet. Waarom is het efficiënter om larven te gebruiken voor insectenmeel dan imago's?
- d Soldatenvlieglarven bestaan voor ongeveer een derde uit vet. Leg uit waarom soldatenvlieglarven zoveel vet in hun lichaam opslaan.
- e Soldatenvlieglarven kunnen cellulose verteren zonder de hulp van bacteriën. Hoe is het mogelijk dat soldatenvlieglarven cellulose kunnen verteren?
- f Welke voedingsstof zorgt ervoor dat je de poep van soldatenvlieglarven goed kunt gebruiken om er planten op te laten groeien? .....



2

- a** De voorouders van honden, de wolven, verorberen hele dieren zoals schapen inclusief de organen.  
Leg uit dat wolven daardoor ook voedingsvezels binnenkrijgen.
- b** Honden kunnen beter plantaardige voeding verteren dan wolven.  
Voor de vertering van welke voedingsstof produceren honden meer enzym dan wolven?
- c** Voor een compleet dieet heeft een hond ook plantaardige voeding nodig.  
Leg uit waarom je een hond toch geen alleseter noemt.
- d** De insectenhondenbrokken bevatten 23% eiwit.  
Waarom hebben vooral actieve honden veel eiwitten nodig?
- e** Biefstuk bevat veel eiwitten.  
Waarom is het niet goed voor een hond om alleen maar biefstuk te eten?
- f** Waardoor verteert een hond insectenhondenbrokken sneller dan verse biefstuk?
- g** Honden hebben geen enzym voor de vertering van zetmeel in het speeksel, maar wel in de alvleesklier.  
In welk deel van het verteringsstelsel van honden wordt zetmeel afgebroken?

3

- a** Tot welke rijken behoren de organismen die gebruikt zijn voor de insectenhondenbrokken?
- b** Water is een belangrijke bouwstof.  
Noem twee redenen waarom de soldatenvlieglarven toch worden gedroogd.
- c** Honden hebben dezelfde vitaminen nodig als mensen. Aan de insectenhondenbrokken is alleen nog vitamine A, D en E toegevoegd.  
Waarom worden er geen vitaminen B, C en K aan de hondenbrokken toegevoegd?
- d** De insectenhondenbrokken bevatten onder andere cichorei. Cichorei bevat inuline, een stof die zoet smaakt en door bacteriën in de dikke darm wordt verteerd.  
Wat voor stof is inuline?
  - ☐ A een eiwit
  - ☐ B een koolhydraat
  - ☐ C een mineraal
  - ☐ D een vet
  - ☐ E een vitamine
- e** Is inuline in de hondenbrokken een additief?



# 7 Nadenken over eten

**LEERDOEL**

2.7.14 Je kunt uitleggen dat minder vlees eten beter is voor de gezondheid en voor het milieu.

| TAXONOMIE  | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|------------|------------------------|
|            | 2.7.14                 |
| Onthouden  |                        |
| Begrijpen  | 1, 2a, 3               |
| Toepassen  | 2b, 4ab                |
| Analyseren | 4c, 5                  |

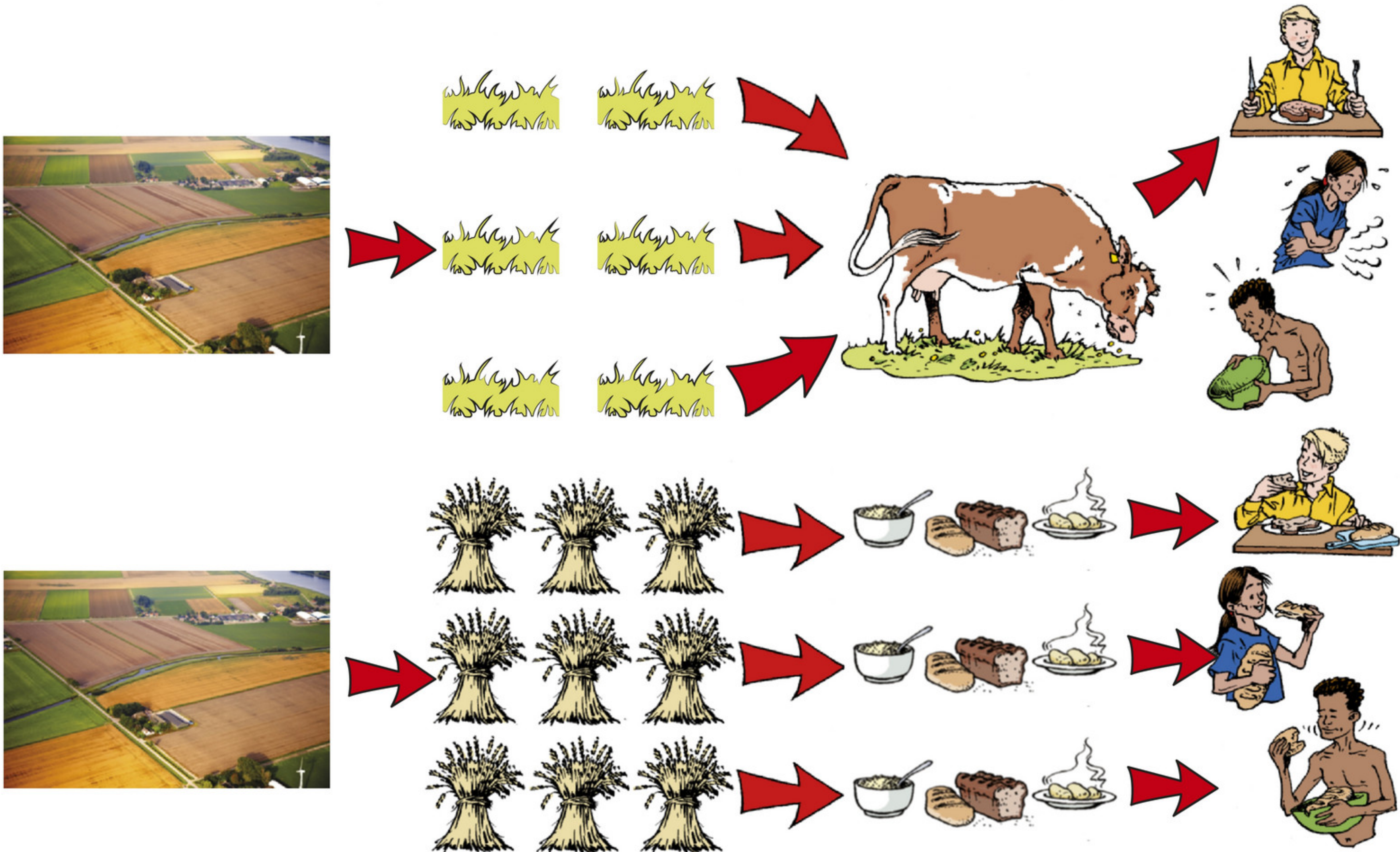
**Er zijn nog steeds landen waar mensen, vooral kinderen, doodgaan van de honger. En dat terwijl er genoeg voedsel is om alle mensen op aarde te voeden. Het voedsel is echter niet eerlijk verdeeld.**

**EIWITTEN**

Er zijn landen waar zo veel voedsel wordt geproduceerd dat een deel wordt vernietigd. Ook in Nederland komt dat voor. Soms wordt goed en gezond voedsel gebruikt als veevoer. Anderzijds komt vooral in ontwikkelingslanden veel ondervoeding door eiwitgebrek voor. Bij een tekort aan eiwitten in het voedsel gaan mensen zich slap en moe voelen. Op den duur worden ze ziek. Eiwitten zitten vooral in dierlijke producten, zoals vlees, zuivel en eieren, en in peulvruchten (bonen) en noten.

Koeien eten vooral gras en maïs. Voor elke kilogram dierlijk eiwit die een koe levert, moet het dier tot wel tien kilogram plantaardig eiwit eten. Maar, denk je misschien, wij kunnen toch geen gras eten? Dat klopt, maar op de landbouwgrond waarop gras en maïs voor koeien groeien, kunnen ook producten worden verbouwd die wij wel eten (zie afbeelding 1).

**Afb. 1** Plantaardige en dierlijke eiwitten.





## MINDER VLEES ETEN

**Vegetariërs** zijn mensen die geen vlees eten. Sommige vegetariërs eten geen vlees van zoogdieren of vogels, maar wel vis en andere zeedieren. **Veganisten** gebruiken helemaal geen dierlijke producten, dus ook geen melk, eieren of kaas. **Flexitariërs** zijn mensen die ervoor kiezen om af en toe vlees te eten.

Er zijn veel redenen om geen of minder vlees te eten. De belangrijkste zijn respect voor dieren, je gezondheid, het milieu en het voedselvraagstuk: hoe kunnen we ervoor zorgen dat alle mensen nu en in de toekomst voldoende te eten hebben?

Veel vegetariërs zijn tegen het doden van dieren of tegen de manier waarop dieren worden gehouden. Sommige mensen zijn vegetariër vanwege hun geloof. Er zijn ook mensen die vlees niet lekker vinden (de smaak) of die vlees te duur vinden (de prijs). Anderen zijn vegetariër om gezondheidsredenen. Vlees bevat nuttige voedingsstoffen, zoals eiwit, B-vitaminen en ijzer. Maar als je te veel vlees eet, kan dit juist slecht zijn voor je gezondheid. Het eten van veel rood en bewerkt vlees (zoals worst of hamburgers) kan de kans op een beroerte, diabetes type 2, darmkanker en longkanker vergroten.

Je kunt ook kiezen voor geen of minder vlees vanwege het milieu. Voedsel is verantwoordelijk voor 20 tot 35% van de uitstoot van alle broeikasgassen. Meer dan de helft daarvan komt van vlees en zuivel. Minder vlees eten levert veel milieuwinst op. Dat komt doordat er veel land, water en voer nodig is voor het houden van vee. Ook het veevoer moet worden verbouwd en vervoerd. Bovendien zorgen de dieren zelf voor veel uitstoot van broeikasgassen door boeren, winden en mest.

**Afb. 2** In plaats van vlees: peulvruchten, noten, vleesvervangers.



## VLEES VERVANGEN

Vlees in de maaltijd kun je vervangen door andere eiwitrijke producten, zoals peulvruchten en noten. Daarmee verlaag je het risico op chronische ziekten (ziekten waarvan je niet meer geneest). Ook de impact op het milieu van peulvruchten, ei en noten is veel lager. De klimaatbelasting van peulvruchten is zelfs twintig keer lager dan die van rundvlees.



Een nadeel is dat het ijzer uit deze voeding minder gemakkelijk door het lichaam wordt opgenomen. Vitamine C zorgt ervoor dat ijzer beter door het lichaam wordt opgenomen. Daarom moet je als vegetariër veel fruit en groenten eten. Vitamine B12 komt vrijwel niet voor in plantaardige voedingsmiddelen, maar wel in melk en zuivelproducten. Ook zijn er tabletten vitamine B12 die vegetariërs kunnen gebruiken.

In de supermarkt vind je ook **vleesvervangers**. Deze producten lijken vaak op vlees. Niet alleen in uiterlijk, maar ook in smaak, samenstelling en voedingswaarde. De meeste vleesvervangers worden gemaakt van sojabonen of eiwit uit granen (zie tabel 1). Aan sommige vleesvervangers is ijzer, eiwit en vitamine B toegevoegd.

**Tabel 1** Voedingswaarde vlees en vegetarische alternatieven.

|                                    | Eiwit<br>(per 100 g) | Ijzer<br>(per 100 g) | Vitamine B1<br>(per 100 g) | Vitamine B12<br>(per 100 g) |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Peulvruchten (witte bonen, bereid) | 7,5 g                | 2,0 mg               | 0,0 mg                     | 0,0 µg                      |
| Tahoe/tofu                         | 12,0 g               | 2,0 mg               | 0,06 mg                    | 0,0 µg                      |
| Ei (gekookt, gemiddeld)            | 12,9 g               | 2,1 mg               | 0,01 mg                    | 1,1 µg                      |
| Quorn                              | 14,0 g               | 0,7 mg               | 0,10 mg                    | 0,2 µg                      |
| Gehakt (half-om-half)              | 17,5 g               | 1,5 mg               | 0,18 mg                    | 1,5 µg                      |
| Seitan                             | 22,1 g               | 1,9 mg               | 0,03 mg                    | 0,0 µg                      |
| Noten (gemengd)                    | 22,7 g               | 3,3 mg               | 0,18 mg                    | 0,0 µg                      |
| Kaas (48+ gemiddeld)               | 24,5 g               | 0,3 mg               | 0,03 mg                    | 1,5 µg                      |
| Runderbiefstuk                     | 28,3 g               | 2,0 mg               | 0,04 mg                    | 1,8 µg                      |

## OPDRACHTEN

1

- Welke redenen kunnen mensen hebben om minder of geen vlees te eten? Noteer er minstens vijf.
- Lees de tekst 'Waarom een vleesvrije dag?' in afbeelding 3. Hierin wordt onder andere het milieu genoemd als reden om minder of geen vlees te eten.  
Welk ander argument dan energieverbruik wordt in dit verband genoemd?

### Afb. 3

#### Waarom een vleesvrije dag?

Wist je dat een vleesvrije dag per week heel gezond is? Een Nederlander eet gemiddeld 200 g vlees en vleeswaren per dag, terwijl het Voedingscentrum adviseert om maximaal 500 g vlees per week te eten. Er zijn veel goede en smakelijke vleesvervangers die lekker zijn gekruid. Op je vleesvrije dag kun je dus ook gewoon een broodje shoarma of kebab gemaakt van vleesvervangers eten. Een vleesvrije dag is niet alleen gezond, het is ook erg goed voor het milieu. Met één dag in de week geen vlees eten bespaar je veel energie. Het heeft meer effect dan een huis vol spaarlampen of een zuinige auto rijden. Ook voor het watergebruik is het gunstig. Voor de productie van één kilogram biefstuk is net zo veel water nodig als voor dertienhonderd keer douchen.



2

In afbeelding 4 is weergegeven hoeveel voedsel per dag beschikbaar is voor de inwoners van de landen van de wereld.

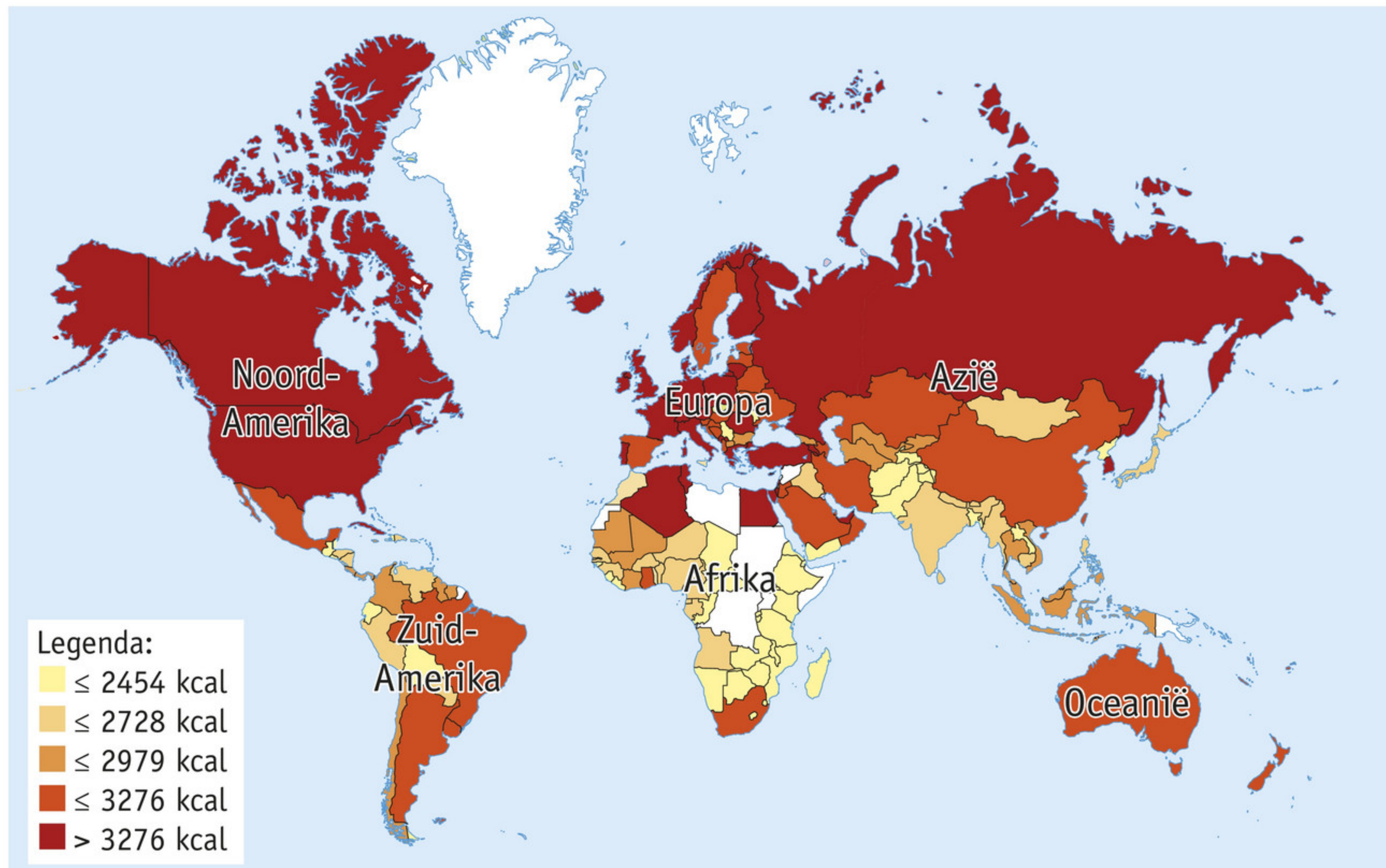
**a** In welke drie werelddelen kunnen mensen het meest eten?

- |                                   |                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A Afrika | <input type="checkbox"/> D Noord-Amerika |
| <input type="checkbox"/> B Azië   | <input type="checkbox"/> E Oceanië       |
| <input type="checkbox"/> C Europa | <input type="checkbox"/> F Zuid-Amerika  |

**b** In Venezuela bevat het voedsel per inwoner gemiddeld 2517 kcal per dag.

Mag je hieruit concluderen dat alle mensen in Venezuela voldoende voedsel hebben? Leg je antwoord uit.

**Afb. 4** Beschikbaarheid van voedsel in kcal, gemiddeld per dag per inwoner (2013).



Bron: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Food Balance Sheets.

3

**a** Van welke twee voedingsstoffen kun je een tekort krijgen als je geen vlees eet?

**b** Hoe kun je ervoor zorgen dat je toch genoeg van deze voedingsstoffen binnenkrijgt? Geef dit voor elke voedingsstof die je in vraag a hebt genoteerd, apart aan.

4

**a** In Sudan bestaat 13% van het opgenomen voedsel uit eiwitten, een even hoog percentage als in Nederland. De hoeveelheid opgenomen eiwit is in Sudan echter veel lager dan in Nederland: 71 g/dag tegenover 112 g/dag.

Leg uit hoe dit mogelijk is.

**b** In Nederland eten we gemiddeld te eiwitrijk voedsel. In veel ontwikkelingslanden zijn mensen juist ondervoed door eiwitgebrek. Sommige mensen beweren dat er in ontwikkelingslanden geen honger meer zou zijn als iedere wereldburger vegetariër werd. Leg dat uit met behulp van afbeelding 1.

**c** Sommige mensen noemen vlees eten een vorm van voedselverspilling. Leg dat uit. Denk aan het gebruik van voedingsstoffen in je lichaam.

5

Kweekvlees wordt in een laboratorium gekweekt uit stamcellen van dieren. Het proces is nu nog te duur om kweekvlees in de winkel te leggen, maar dat kan in de toekomst veranderen. Bij de productie van kweekvlees worden onder andere eiwitten uit bloed van kalveren als bouwstof gebruikt. Er wordt onderzocht of hiervoor eiwitten uit gekweekte algen kunnen worden gebruikt.

Leg uit dat het gebruik van eiwitten uit algen beter is voor de wereldvoedselsituatie dan het gebruik van eiwitten uit kalveren.



# 8 Productinformatie

## LEERDOEL

2.8.15 Je kunt de informatie op verpakkingen van voedingsmiddelen verklaren.

| TAXONOMIE  | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|------------|------------------------|
|            | 2.8.15                 |
| Onthouden  | 1a                     |
| Begrijpen  | 1b, 2                  |
| Toepassen  | 3, 4                   |
| Analyseren |                        |

**Op de verpakking van voedingsmiddelen staat allerlei informatie. Om goede en gezonde keuzen te kunnen maken, moet je deze informatie kunnen lezen en begrijpen.**

## DE KLEINE LETTERTJES

Op de verpakking van een voedingsmiddel staat informatie over de inhoud. Dat noem je **productinformatie**. De fabrikant is wettelijk verplicht de naam van het product, de naam van de fabrikant, de netto-inhoud, de houdbaarheidsdatum en de ingrediëntenlijst op de verpakking te vermelden.

Op de verpakking moet ook een nummer staan: de **productiecode** of **partijcode**. Deze geeft weer waar en wanneer een product is gemaakt. Bij voedselbesmetting kan de fabrikant dan nagaan welke verpakkingen waarschijnlijk ook zijn besmet.

Vaak zie je achter de inhoud een grote 'e' staan (zie afbeelding 1.2). Die 'e' is de eerste letter van het Engelse woord **estimate** (schatting). De inhoud mag niet te veel afwijken van de opgegeven inhoud.

Op verpakte voedingsmiddelen die niet zo snel bederven, staat 'Ten minste houdbaar tot ... (met de datum)'. Dat is de **THT-datum**. Tot en met die datum garandeert de fabrikant de kwaliteit van het product, mits het op de juiste manier in een gesloten verpakking is bewaard. Na de THT-datum kun je het product vaak nog wel veilig eten.

Op bederfelijke voedingsmiddelen, zoals melk, staat 'Te gebruiken tot ... (met de datum)'. Dat is de **TGT-datum**. Vlees, vleeswaren en andere producten die snel bederven, mag je beslist niet langer bewaren dan deze datum aangeeft. In het **bewaarvoorschrift** staat hoe je het product moet bewaren. De TGT-datum is de laatste dag waarop je het product nog veilig kunt eten. Na die datum moet je de producten weggooien.

De **ingrediënten** zijn de grondstoffen waaruit het product is samengesteld. Ze zijn in volgorde van afnemende hoeveelheid op de verpakking aangegeven. In de ingrediëntenlijst staan ook de additieven of hulpstoffen. Additieven die geen gevaar opleveren voor de gezondheid, hebben een **E-nummer** gekregen (zie afbeelding 1.1). Deze stoffen zijn in alle landen van Europa toegestaan.

Sommige mensen zijn overgevoelig (allergisch) voor bepaalde additieven. Aan de hand van de E-nummers kunnen ze zien of ze een bepaald voedingsmiddel kunnen verdragen. Additieven die alleen een nummer hebben (zonder E), zijn slechts in enkele landen van Europa toegestaan.



Afb. 1 Productinformatie.



1 augurken



2 tomatenketchup

Steeds vaker vermelden fabrikanten ook de **voedingswaarde** van de producten (zie afbeelding 2). Op de verpakking is dan aangegeven hoeveel energie, vetten, eiwitten, koolhydraten en zout het product bevat, meestal per 100 g of 100 mL. Soms zijn ook mineralen en vitamines vermeld. De hoeveelheid energie is meestal vermeld in kilojoule en/of in kilocalorie.

Afb. 2 De voedingswaarde als onderdeel van de productinformatie.



OPDRACHTEN

1

Op veel voedingsmiddelen staat een TGT-datum of een THT-datum.

a Welke afkorting hoort bij de volgende zinnen?

- |                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| • De fabrikant garandeert de kwaliteit tot deze datum.       | TGT / THT |
| • Na deze datum kun je het product vaak nog wel veilig eten. | TGT / THT |
| • Na deze datum moet je het product weggooien.               | TGT / THT |
| • Op het product staat een bewaarvoorschrift.                | TGT / THT |
| • Op vlees en vleeswaren staat deze datum.                   | TGT / THT |

b Op welke producten staat een TGT-datum?

blikgroenten / chips / gehakt / melk / rijst / verse zalm

2

In afbeelding 3 zie je een symbool dat op sommige etiketten staat.

Wat betekent deze ‘e’?

- A Achter deze letter staan de ingrediënten van het product.
- B De hoeveelheid energie is vermeld in kilojoule en kilocalorie.
- C De inhoud van de verpakking is ongeveer de vermelde hoeveelheid.
- D Deze hulpstof is goedgekeurd in de Europese Unie.
- E Dit product bevat additieven waar je allergisch voor kunt zijn.

Afb. 3





3

- a

In afbeelding 1.1 zie je het etiket van een pot augurken. Hierop staat: ‘530 gram. Uitlekgewicht 290 gram.’  
Hoeveel gram augurken zit er in de pot?
- b

In afbeelding 4 zie je het etiket van een pak hagelslag.  
Welk ingrediënt komt het meest voor in de hagelslag? Leg je antwoord uit.

Afb. 4 Informatie op een pak hagelslag.



4

- Verzamel thuis twee etiketten van voedingsmiddelen die jullie veel gebruiken.
- Plak de etiketten in de twee vakken.

Beantwoord de volgende vragen voor de twee etiketten afzonderlijk.

- 1
- Wat is de naam van het product?
- 2
- Wat is de naam van de fabrikant?
- 3
- Wat is de netto-inhoud?
- 4
- Op welke manier moet het voedingsmiddel worden bewaard?
- 5
- Wat is de uiterste houdbaarheidsdatum van het voedingsmiddel?
- 6
- Wat zijn de ingrediënten van het voedingsmiddel?
- 7
- Welke additieven zitten er in het voedingsmiddel?
- 8
- Welke van deze additieven zijn in alle landen van Europa toegestaan?
- 9
- Is op het etiket de voedingswaarde aangegeven?

etiket 1

etiket 2

 Ga naar de *Flitskaarten*.



# Leren onderzoeken

1

## VOEDINGSSTOFFEN AANTONEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 2.0.16, 2.0.17 en 2.0.18 | ► Practica 1, 2, 3 en 4

### VOEDINGSSTOFFEN

Voor de meeste voedingsmiddelen is vastgesteld welke voedingsstoffen erin zitten. Deze staan dan op de verpakking vermeld (zie afbeelding 1). Ook jij kunt van sommige voedingsstoffen aantonen of ze in bepaalde voedingsmiddelen voorkomen. Je gaat dat doen met eiwitten, glucose en zetmeel.

Afb. 1

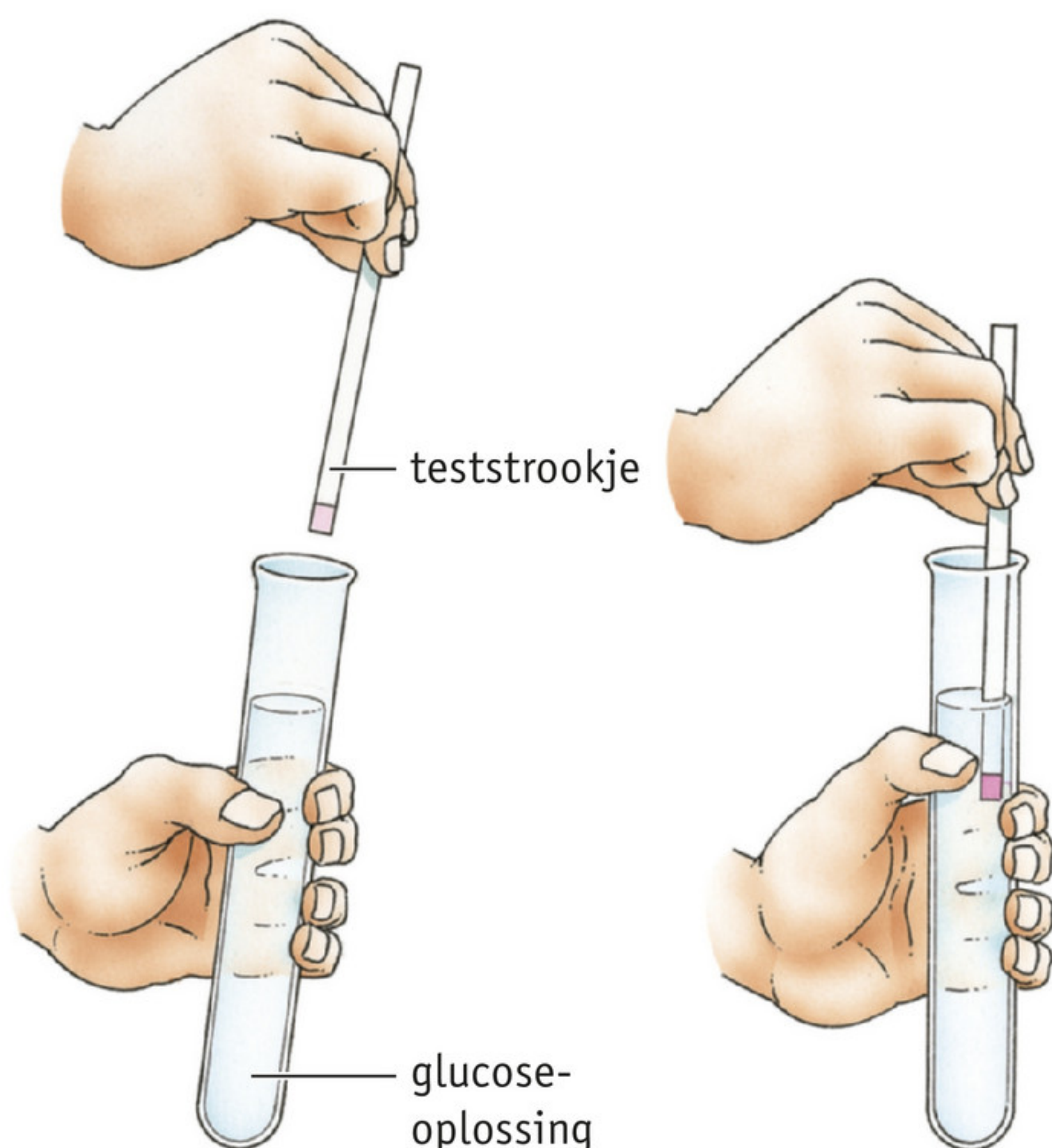
| Gemiddelde voedingswaarde     |                     |                     |              |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
|                               | Per 100 g           | 1 Portie (75 g)**   | % (75 g)*    |
| Energie                       | 1511 kJ<br>357 kcal | 1133 kJ<br>267 kcal | 14 %<br>14 % |
| Vetten                        | 2,1 g               | 1,6 g               | 2 %          |
| - waarvan verzadigde vetzuren | 0,5 g               | 0,4 g               | 2 %          |
| Koolhydraten                  | 75 g                | 56 g                | 22 %         |
| - waarvan suikers             | 0,5 g               | <0,5 g              | <1 %         |
| Vezels                        | 3,4 g               | 2,5 g               |              |
| Eiwitten                      | 8,2 g               | 6,2 g               | 12 %         |
| Zout                          | <0,01 g             | <0,01 g             | <1 %         |

\*Referentie-inname van een gemiddelde volwassene (8.400 kJ / 2.000 kcal).  
\*\*1 Portie = 75 g Zilvervliesrijst.

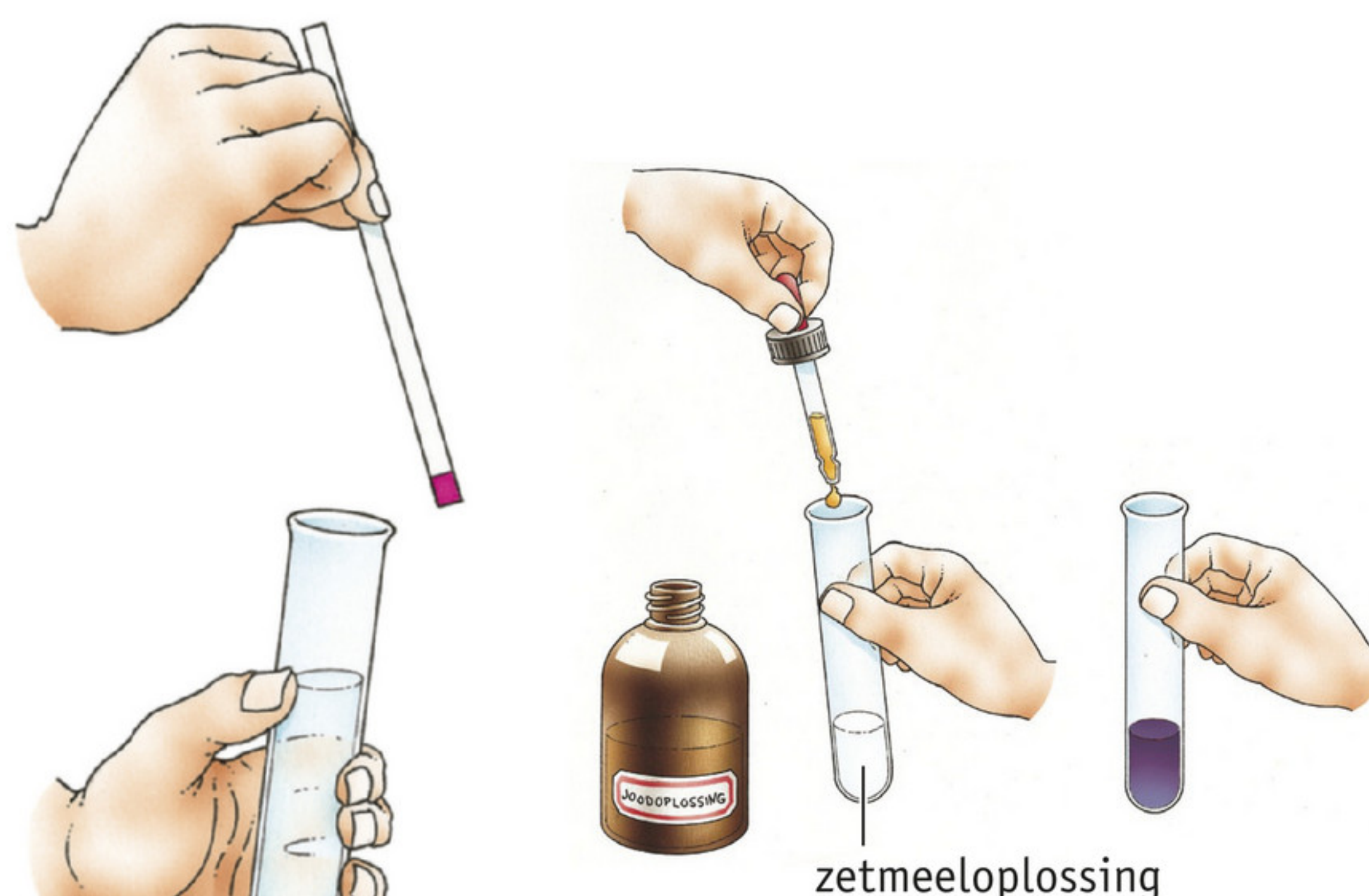
### INDICATORS VOOR GLUCOSE, ZETMEEL EN EIWITTEN

Als indicator voor glucose kun je teststrookjes gebruiken (zie afbeelding 2). Op een teststrookje zit een stof die verkleurt. Een arts gebruikt ook teststrookjes om glucose in urine aan te tonen. Zetmeel kun je aantonen met joodoplossing als indicator (zie afbeelding 3). Eiwitten kun je aantonen met biureet-reagens (zie afbeelding 4). Je kunt ook teststrookjes gebruiken om eiwitten aan te tonen.

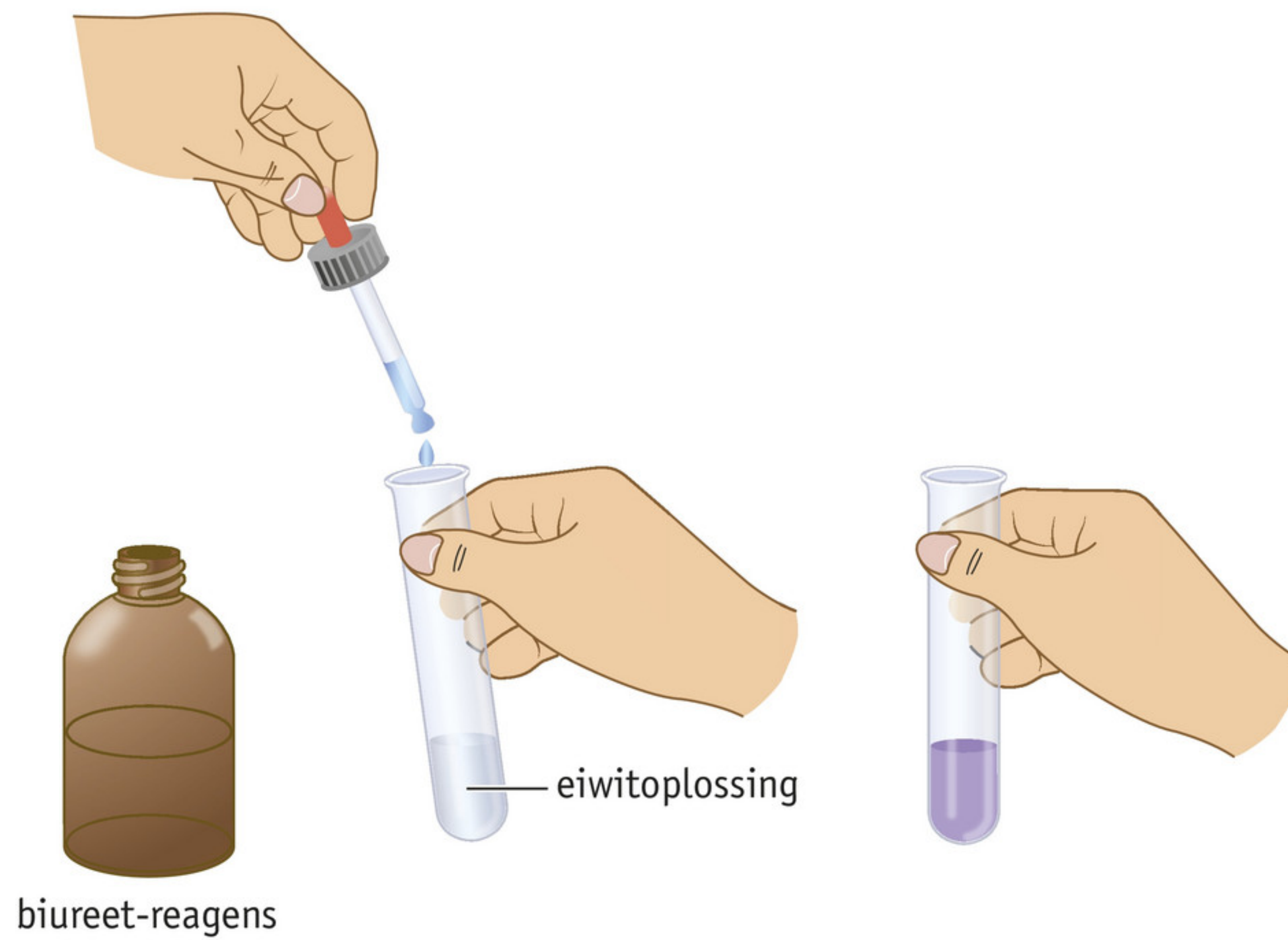
Afb. 2 Glucose aantonen.



Afb. 3 Zetmeel aantonen.





**Afb. 4** Eiwitten aantonen.**OPDRACHT****1**

- a** Wat is een indicator?
- b** Finn is allergisch voor zetmeel, waardoor hij geen voedingsmiddelen kan eten en drinken waar zetmeel in zit. Jorik geeft Finn een blikje frisdrank, maar hij weet niet zeker of er zetmeel in het drankje zit. Finn besluit dit te testen met een teststrookje uit het biologielokaal. Het strookje verkleurt, dus Finn concludeert dat hij het blikje frisdrank niet mag drinken. Heeft Finn gelijk? Leg je antwoord uit.

**2****DOEL VAN EEN ONDERZOEK**

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 2.O.19 | ► Practicum 7

**REDEN VOOR EEN ONDERZOEK**

Er zijn verschillende redenen om een onderzoek uit te voeren. Je kunt bijvoorbeeld iets waarnemen in je omgeving waar je meer over wilt weten. Zo kan het je opvallen dat de hond vaak rondjes om de tafel loopt. Je kunt dan een literatuuronderzoek doen naar alle bekende gedragingen van honden. Je kunt ook tegen een probleem aanlopen waar je een oplossing voor wilt vinden. Wetenschappers doen bijvoorbeeld onderzoek naar duurzame energie. Daarmee hopen ze het wereldwijde klimaatprobleem op te lossen. Simpelweg interesse hebben in een onderwerp kan ook een reden zijn voor een onderzoek. Veel biologiestudenten voeren een onderzoek uit naar een onderwerp dat zij interessant vinden.

**DOEL VAN EEN ONDERZOEK**

Wanneer je een reden hebt om een onderzoek uit te voeren, kun je formuleren wat je precies wilt bereiken met het onderzoek. Dit is het **doel** van je onderzoek. Voorbeelden van het doel van een onderzoek zijn:

- het gedrag van je hond verklaren
- oplossingen vinden voor het klimaatprobleem
- een vaccin vinden tegen ebola



De onderzoeksvraag is vervolgens de precieze vraag waar je met je onderzoek het antwoord op wilt vinden. Bijvoorbeeld: kan het geneesmiddel ZMapp mensen immuun maken tegen ebola? De onderzoeksvraag is preciezer geformuleerd dan het doel van het onderzoek.

Voor wetenschappers is het belangrijk om het doel van hun onderzoek duidelijk te formuleren. Ze moeten namelijk mensen met geld (zoals de overheid of bedrijven) ervan overtuigen dat hun onderzoek nut heeft voor de samenleving. Op deze manier kunnen ze geld krijgen om hun onderzoek uit te voeren.

## OPDRACHTEN

1

Lees de tekst 'Lijnzaad verlaagt de bloeddruk' in afbeelding 5 en bekijk afbeelding 6. Dit is de onderzoekstabel die bij het onderzoek hoort.

- a** Wat was het doel van dit onderzoek? Noteer het in de tabel.
- b** Vul de onderzoekstabel verder in.

### Afb. 5

#### Lijnzaad verlaagt de bloeddruk

Canadese onderzoekers hebben een mogelijk bloeddrukverlagend effect ontdekt van lijnzaad. Dit zaadje uit de vlasplant bevat een hoog percentage omega-3-vetzuren. De onderzoekers volgden 110 patiënten met een te hoge bloeddruk. De helft kreeg dagelijks 30 g lijnzaad verwerkt in het eten. De controlegroep at hetzelfde, maar zonder de zaadjes. De bloeddruk van de lijnzaadgroep was na zes maanden significant (duidelijk) afgenomen in vergelijking met de bloeddruk van de controlegroep.

*Bron: Gezondgids, december 2013.*

### Afb. 6

| ONDERZOEK       | LIJNZAAD EN BLOEDDRUK                           |
|-----------------|-------------------------------------------------|
| Doel onderzoek  |                                                 |
| Onderzoeksvraag | Wat is de invloed van lijnzaad op de bloeddruk? |
| Werkwijze       |                                                 |
| Resultaten      |                                                 |
| Conclusie       |                                                 |



2

In afbeelding 7 zie je een onderzoek naar de invloed van de invulling van de vrije tijd op het ontstaan van overgewicht bij kinderen.

- a** Noteer in de tabel het doel van het onderzoek.
- b** Noteer in de tabel de conclusie van het onderzoek.
- c** Door welke drie manieren van vrijetijdsbesteding wordt de kans op overgewicht verminderd?

Afb. 7

| ONDERZOEK       | VRIJETIJSBESTEDING EN OVERGEWICHT                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doel onderzoek  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Onderzoeksvraag | Wat is de invloed van de manier van vrijetijdsbesteding op het ontstaan van overgewicht bij kinderen?                                                                                                                                                                                                        |
| Werkwijze       | Van 300 kinderen in de leeftijd van 4 tot 12 jaar wordt het gewicht gemeten en gevraagd of ze lid zijn van een sportclub. De kinderen worden ook gevraagd naar de hoeveelheid tijd die wordt besteed aan computeren/tv-kijken en buitenspelen.                                                               |
| Resultaten      | <p>computer / tv-kijken meer dan 2 uur per dag</p> <p>computer / tv-kijken minder dan 2 uur per dag</p> <p>buitenspelen minder dan 0,5 uur per dag</p> <p>buitenspelen meer dan 0,5 uur per dag</p> <p>geen lid sportclub</p> <p>lid sportclub</p> <p>0 5 10 15 20</p> <p>kinderen met overgewicht (%) →</p> |
| Conclusie       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |



3

In de kantine van een school worden boterhammen verkocht. De boterhammen worden per twee stuks verpakt in een plastic bakje. In deze verpakking begint het brood na enkele dagen te beschimmelen, zodat het moet worden weggegooid. De beheerder van de kantine denkt dat de boterhammen langer houdbaar zullen zijn als je ze verpakt met koolstofdioxide en stikstof (in plaats van lucht), omdat bacteriën niet zonder zuurstof kunnen leven. Zij onderzoekt of dit ook daadwerkelijk zo is.

Vijftig boterhammen worden op de oude manier verpakt in plastic bakjes. Vijftig andere boterhammen worden ook zo verpakt, maar de lucht in de bakjes wordt vervangen door een gasmengsel van koolstofdioxide en stikstof. Deze boterhammen zijn na zeven dagen nog niet beschimmeld. De boterhammen in de bakjes met gewone lucht zijn na zeven dagen beschimmeld.

Vul de tabel van afbeelding 8 verder in.

**Afb. 8**

| ONDERZOEK       | HOUDBAARHEID BOTERHAMMEN                                                                                                    |                               |                                                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Doel onderzoek  |                                                                                                                             |                               |                                                     |
| Onderzoeksvraag | Zijn boterhammen langer houdbaar als ze worden verpakt met koolstofdioxide en stikstof dan als ze worden verpakt met lucht? |                               |                                                     |
| Hypothese       | Ja, want boterhammen bederven door bacteriën en bacteriën hebben zuurstof nodig.                                            |                               |                                                     |
| Werkwijze       |                                                                                                                             |                               |                                                     |
| Resultaten      |                                                                                                                             | Boterhammen verpakt met lucht | Boterhammen verpakt met koolstofdioxide en stikstof |
|                 | Beschimmeld na zeven dagen                                                                                                  |                               |                                                     |
| Conclusie       |                                                                                                                             |                               |                                                     |



4

In afbeelding 9 zie je de verpakking van volle melk, halfvolle melk en magere melk. Juul wil een bewuste keuze maken welke melk hij het best kan drinken. Hij besluit dit te onderzoeken (zie afbeelding 10).

- Noteer het doel van Juuls onderzoek in de tabel.
- Maak een staafdiagram van de hoeveelheden eiwit, koolhydraten en vet per 100 ml in volle melk, halfvolle melk en magere melk.
  - Vul de gegevens op de x-as en y-as in.
  - Kleur het staafdiagram in verschillende kleuren.
  - Vul de legenda in. Kleur de hokjes in dezelfde kleur als in het staafdiagram.
- Noteer je conclusie in de tabel.
- Welke melk kan Juul dus het best drinken? Leg je antwoord uit.

**Afb. 9** Etiketten van drie soorten melk.

| Gemiddelde voedingswaarde  |                               |                             |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                            | per 100 ml                    | per 200 ml                  |
| <b>Energie</b>             | <b>kJ 262</b>                 | <b>kJ 524</b>               |
|                            | <b>kcal 63</b>                | <b>kcal 126</b>             |
| Eiwit                      | 3,3 g                         | 6,6 g                       |
| Koolhydraten               | 4,5 g                         | 9,0 g                       |
| <i>waarvan suikers</i>     | 4,5 g                         | 9,0 g                       |
| Vet                        | 3,5 g                         | 7,0 g                       |
| <i>waarvan verzadigd</i>   | 2,5 g                         | 5,0 g                       |
| <i>enkelv. onverzadigd</i> | 0,9 g                         | 1,8 g                       |
| <i>meerv. onverzadigd</i>  | 0,1 g                         | 0,2 g                       |
| Voedingsvezels             | 0,0 g                         | 0,0 g                       |
| Natrium                    | 0,04 g                        | 0,08 g                      |
| Calcium                    | 118 mg (14,8% <sup>**</sup> ) | 236 mg (29% <sup>**</sup> ) |

\* Gebaseerd op 2000 kcal per dag.  
**Gemiddelde energiebehoefte:**  
 - vrouwen 2000 kcal per dag  
 - mannen 2500 kcal per dag  
<sup>\*\*</sup> Percentage van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid per portie.

1 volle melk

| Gemiddelde voedingswaarde  |                             |                             |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                            | per 100 ml                  | per 200 ml                  |
| <b>Energie</b>             | <b>kJ 192</b>               | <b>kJ 384</b>               |
|                            | <b>kcal 46</b>              | <b>kcal 92</b>              |
| Eiwit                      | 3,4 g                       | 6,8 g                       |
| Koolhydraten               | 4,6 g                       | 9,2 g                       |
| <i>waarvan suikers</i>     | 4,6 g                       | 9,2 g                       |
| Vet                        | 1,5 g                       | 3,0 g                       |
| <i>waarvan verzadigd</i>   | 1,0 g                       | 2,0 g                       |
| <i>enkelv. onverzadigd</i> | 0,4 g                       | 0,8 g                       |
| <i>meerv. onverzadigd</i>  | 0,0 g                       | 0,0 g                       |
| Voedingsvezels             | 0,0 g                       | 0,0 g                       |
| Natrium                    | 0,04 g                      | 0,08 g                      |
| Calcium                    | 121 mg (15% <sup>**</sup> ) | 242 mg (30% <sup>**</sup> ) |

\* Gebaseerd op 2000 kcal per dag.  
**Gemiddelde energiebehoefte:**  
 - vrouwen 2000 kcal per dag  
 - mannen 2500 kcal per dag  
<sup>\*\*</sup> Percentage van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid.

2 halfvolle melk

| Gemiddelde voedingswaarde  |                |                   |
|----------------------------|----------------|-------------------|
|                            | per 100 ml     | per 200 ml        |
| <b>Energie</b>             | <b>kJ 145</b>  | <b>kJ 290</b>     |
|                            | <b>kcal 34</b> | <b>kcal 68</b>    |
| Eiwit                      | 3,6 g          | 7,2 g             |
| Koolhydraten               | 4,7 g          | 9,4 g             |
| <i>waarvan suikers</i>     | 4,7 g          | 9,4 g             |
| Vet                        | 0,1 g          | 0,1 g             |
| <i>waarvan verzadigd</i>   | 0,0 g          | 0,1 g             |
| <i>enkelv. onverzadigd</i> | 0,0 g          | 0,0 g             |
| <i>meerv. onverzadigd</i>  | 0,0 g          | 0,0 g             |
| Voedingsvezels             | 0,0 g          | 0,0 g             |
| Natrium                    | 0,05 g         | 0,10 g            |
| Calcium                    | 120 mg         | 30% <sup>**</sup> |

\* Gebaseerd op 2000 kcal per dag.  
**Gemiddelde energiebehoefte:**  
 - vrouwen 2000 kcal per dag  
 - mannen 2500 kcal per dag  
<sup>\*\*</sup> Percentage van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid per portie.

3 magere melk



Afb. 10

| ONDERZOEK       | VOEDINGSWAARDE VOLLE, HALFVOLLE EN MAGERE MELK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doel onderzoek  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Onderzoeksvraag | Wat zijn de verschillen in voedingswaarden tussen volle melk, halfvolle melk en magere melk?                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Werkwijze       | Van een pak volle melk, halfvolle melk en magere melk wordt afgelezen hoeveel gram eiwit, koolhydraten en vet per 100 mL in de melkpakken zit. Deze gegevens worden in een staafdiagram gezet.                                                                                                                                                                                      |
| Resultaten      | <div><div><div><div>↑</div><div>7</div><div>6</div><div>5</div><div>4</div><div>3</div><div>2</div><div>1</div><div>0</div></div><div><div>volle melk</div><div>halfvolle melk</div><div>magere melk</div></div></div><div><div>Legenda:</div><div><div><div></div></div><div><div></div></div><div><div></div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div></div></div> |
| Conclusie       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



# Practica

1

## GLUCOSE AANTONEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 2.O.16 | ► Leren onderzoeken 1

 10-20 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum leer je hoe je glucose kunt aantonen.

### BENODIGDHEDEN

- ☐ 2 reageerbuisen en een reageerbuisrek (zie afbeelding 1)
- ☐ 2 etiketten
- ☐ een mes
- ☐ glucose
- ☐ 2 teststrookjes om glucose aan te tonen (bijvoorbeeld clinistix)

### WERKWIJZE

- Plak op beide reageerbuisen een etiket.
- Nummer de buizen 1 en 2.
- Doe in reageerbuis 1 drie mespunten glucose. Doe er water bij tot de buis voor ongeveer driekwart is gevuld. Schud de buis goed.
- Dompel het uiteinde van een teststrookje in de glucoseoplossing. Haal het teststrookje uit de reageerbuis en sla het vocht eraf.
- Vergelijk het teststrookje met het teststrookje dat je nog niet hebt gebruikt. Noteer of er kleurverandering is opgetreden en zo ja, welke kleurverandering is opgetreden.
- Vul reageerbuis 2 voor ongeveer driekwart met water. Dompel het uiteinde van het tweede teststrookje in het water. Haal het teststrookje uit de reageerbuis en sla het vocht eraf.
- Noteer of er kleurverandering is opgetreden en zo ja, welke kleurverandering is opgetreden.

**Afb. 1** Benodigdheden.



### OPDRACHT

1

- a** Welke kleurverandering treedt er op als je een teststrookje dompelt in een oplossing die glucose bevat?
- b** Treedt die kleurverandering ook op als je een teststrookje in water dompelt? *ja / nee*
- c** Waarom heb je onderzocht of die kleurverandering ook optreedt in water?



2

ZETMEEL AANTONEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 2.O.17 | ► Leren onderzoeken 1

 10-20 minuten

**WAT GA JE DOEN?**  
In dit practicum leer je hoe je zetmeel kunt aantonen.

- BENODIGDHEDEN**
- ☐ 2 reageerbuizen en een reageerbuisrek (zie afbeelding 2)
  - ☐ 2 etiketten
  - ☐ een mes
  - ☐ zetmeel
  - ☐ joodoplossing in een flesje met een druppelpipet

- WERKWIJZE**
- Plak op beide reageerbuizen een etiket.
  - Nummer de buizen 1 en 2.
  - Doe in reageerbuis 1 een mespunt zetmeel (zie afbeelding 3). Doe er water bij tot ongeveer 3 cm hoogte. Schud de buis.
  - Doe in reageerbuis 2 alleen water tot ongeveer 3 cm hoogte.
  - Noteer in de tabel de kleur van de vloeistof in de buizen (kleur begin).
  - Doe vervolgens in beide reageerbuizen vijf druppels joodoplossing. Schud de buizen.
  - Noteer in de tabel de kleur van de vloeistof in de buizen (kleur met joodoplossing).

|                           | Kleur begin | Kleur met joodoplossing |
|---------------------------|-------------|-------------------------|
| Buis 1 (zetmeel en water) |             |                         |
| Buis 2 (water)            |             |                         |

Afb. 2 Benodigdheden.



Afb. 3



OPDRACHT

- 1
- a Welke indicator heb je gebruikt om zetmeel aan te tonen? .....

b Welke kleur ontstaat als je zetmeel en joodoplossing bij elkaar doet? .....



## 3

## EIWITTEN AANTONEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 2.O.18 | ► Leren onderzoeken 1

 10-20 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum leer je hoe je eiwitten kunt aantonen.

**BENODIGDHEDEN**

- ☐ 2 reageerbuizen en een reageerbuisrek
- ☐ 2 etiketten
- ☐ een mes
- ☐ eiwit (peptonpoeder)
- ☐ biureet-reagens in een flesje met een druppelpipet

**WERKWIJZE**

- Plak op beide reageerbuizen een etiket.
- Nummer de buizen 1 en 2.
- Doe in reageerbuis 1 een mespunt peptonpoeder. Doe er water bij tot ongeveer 3 cm hoogte. Schud de buis.
- Doe in reageerbuis 2 alleen water tot ongeveer 3 cm hoogte.
- Noteer in de tabel de kleur van de vloeistof in de buizen (kleur begin).
- Doe vervolgens in beide reageerbuizen tien druppels biureet-reagens. Wees voorzichtig met biureet-reagens. Schud de buizen.
- Noteer in de tabel de kleur van de vloeistof in de buizen (kleur met biureet-reagens).

**Afb. 4** Benodigdheden.



|                         | Kleur begin | Kleur met biureet-reagens |
|-------------------------|-------------|---------------------------|
| Buis 1 (eiwit en water) |             |                           |
| Buis 2 (water)          |             |                           |

**OPDRACHT**

1

- a** Welke indicator heb je gebruikt om eiwitten aan te tonen? .....
- b** Welke kleur ontstaat als je eiwit en biureet-reagens bij elkaar doet? .....



4 GLUCOSE, ZETMEEL EN EIWITTEN IN VOEDINGSMIDDELEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 2.O.16, 2.O.17 en 2.O.18 | ► Leren onderzoeken 1

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum voer je een onderzoek uit naar glucose, zetmeel en eiwitten in voedingsmiddelen.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.  
Dit onderzoek is een beschrijvend onderzoek. Je hoeft daarom geen hypothese te bedenken.

| ONDERZOEK       | GLUCOSE EN ZETMEEL IN VOEDINGSMIDDELEN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Welke voedingsmiddelen bevatten zetmeel, welke bevatten glucose en welke bevatten eiwitten?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Benodigdheden   | <div><input type="checkbox"/> voedingsmiddelen, bijvoorbeeld aardappel, brood, cola, kaas, melk, sinas, ui</div> <div><input type="checkbox"/> een mes en een schoteltje (om de vaste voedingsmiddelen fijn te maken)</div> <div><input type="checkbox"/> 3 reageerbuizen en een reageerbuisrek</div> <div><input type="checkbox"/> etiketten</div> <div><input type="checkbox"/> teststrookjes om glucose aan te tonen (zoveel als het aantal verschillende voedingsmiddelen)</div> <div><input type="checkbox"/> joodoplossing in een flesje met een druppelpipet</div> <div><input type="checkbox"/> biureet-reagens in een flesje met druppelpipet</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Werkwijze       | <div><ul style="list-style-type: none"><li>• Plak een etiket op de reageerbuizen en nummer de buizen met 1, 2 en 3.</li><li>• Neem een voedingsmiddel.</li><li>• Als het een vloeibaar voedingsmiddel is, doe je het direct in de buis. Als het een vast voedingsmiddel is, maak je het eerst heel goed fijn (zie afbeelding 5).</li><li>• Doe in reageerbuis 1 drie mespunten van het fijngemaakte voedingsmiddel. Doe er water bij tot de buis voor ongeveer driekwart is gevuld. Schud de buis goed. Doe vloeibaar voedingsmiddel meteen in de reageerbuis tot de buis voor ongeveer driekwart is gevuld.</li><li>• Doe in reageerbuis 2 een flinke mespunt fijngemaakt voedingsmiddel. Doe er water bij tot ongeveer 3 cm hoogte. Schud de buis goed. Doe vloeibaar voedingsmiddel meteen in de reageerbuis tot ongeveer 3 cm hoogte.</li><li>• Doe hetzelfde bij reageerbuis 3.</li><li>• Dompel het uiteinde van een teststrookje in de vloeistof van reageerbuis 1. Haal het teststrookje uit de reageerbuis en sla het vocht eraf.</li><li>• Doe in reageerbuis 2 vijf druppels joodoplossing. Schud de buis goed.</li><li>• Doe in reageerbuis 3 tien druppels biureet-reagens. Schud de buis goed.</li><li>• Noteer in de eerste kolom van de tabel bij ‘Resultaten’ welk voedingsmiddel je onderzoekt. Noteer in de tweede kolom of er wel of geen kleurverandering van het teststrookje is opgetreden. Noteer in de derde kolom of er met joodoplossing wel of geen blauwzwarte kleur ontstaat. Noteer in de vierde kolom of er met biureet-reagens wel of geen paarse kleur ontstaat.</li><li>• Maak de reageerbuizen goed schoon. Je docent vertelt je waar je de inhoud van de buizen moet laten.</li><li>• Onderzoek op dezelfde manier of andere voedingsmiddelen glucose, zetmeel en/of eiwitten bevatten. Noteer je gegevens bij ‘Resultaten’.</li><li>• Maak de reageerbuizen tussendoor steeds goed schoon.</li></ul></div> <div><p>Afb. 5</p></div> |



|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Resultaten | Voedingsmiddel                                                                                                                                                                                                              | Kleurverandering van het teststrookje | Kleur met joodoplossing blauwzwart? | Kleur met biureet-reagens paars? |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
|            |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
| Conclusie  |                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                     |                                  |
| Discussie  | <p>Verliep alles volgens het werkplan? Heb je bijvoorbeeld elke buis gevuld zoals het in het werkplan stond?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten? Zijn de voedingsmiddelen bijvoorbeeld goed gescheiden gebleven?</p> |                                       |                                     |                                  |



## 5

## DE INVLOED VAN SPEEKSEL OP ZETMEEL

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 2.2.4

⌚ 40-50 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum onderzoek je wat de invloed van speeksel is op een zetmeeloplossing. Dit onderzoek is een beschrijvend onderzoek. Je hoeft dus geen hypothese te bedenken.

**BENODIGDHEDEN**

De benodigdheden staan in de tabel.

**WERKWIJZE**

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK                          | DE INVLOED VAN SPEEKSEL OP ZETMEEL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|-------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Onderzoeksvraag                    | Wat is de invloed van speeksel op een zetmeeloplossing?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| Benodigdheden                      | <div><input type="checkbox"/> 4 reageerbuizen en een reageerbuisrek</div> <div><input type="checkbox"/> 4 etiketten</div> <div><input type="checkbox"/> zetmeeloplossing van 2%</div> <div><input type="checkbox"/> een waterbad met water van ongeveer 37 °C</div> <div><input type="checkbox"/> joodoplossing in een flesje met een druppelpipet</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| Werkwijze                          | <div><div><div></div><div>•</div><div>Plak op alle reageerbuizen een etiket. Nummer de buizen van 1 tot en met 4.</div></div><div><div></div><div>•</div><div>Verzamel speeksel in je mond. Vul reageerbuis 1 tot ongeveer 1,5 cm met speeksel. Dun, waterig speeksel geeft een beter resultaat dan dik, slijmerig speeksel.</div></div><div><div></div><div>•</div><div>Doe in reageerbuis 2 net zo veel water als het speeksel in reageerbuis 1.</div></div><div><div></div><div>•</div><div>Vul reageerbuis 3 en 4 tot ongeveer 1,5 cm met zetmeeloplossing. Zorg ervoor dat de hoeveelheid in de buizen gelijk is.</div></div><div><div></div><div>•</div><div>Voeg de inhoud van reageerbuis 3 bij die van reageerbuis 1 en die van reageerbuis 4 bij die van reageerbuis 2. Schud de buizen goed.</div></div><div><div></div><div>•</div><div>Zet reageerbuis 1 en 2 in het waterbad bij 37 °C. Laat de buizen ongeveer 25 minuten staan.</div></div><div><div></div><div>•</div><div>Doe vervolgens in beide reageerbuizen vijf druppels joodoplossing. Schud de buizen goed.</div></div></div> |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| Resultaten                         | <table><tr><th>Buis</th><th>Kleur met joodoplossing</th></tr><tr><td>1    Zetmeeloplossing met speeksel</td><td></td></tr><tr><td>2    Zetmeeloplossing met water</td><td></td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Buis | Kleur met joodoplossing | 1    Zetmeeloplossing met speeksel |  | 2    Zetmeeloplossing met water |  |
| Buis                               | Kleur met joodoplossing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| 1    Zetmeeloplossing met speeksel |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| 2    Zetmeeloplossing met water    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| Conclusie                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |
| Discussie                          | <p>Verliep alles volgens het werkplan? Zijn bijvoorbeeld alle reageerbuizen gevuld zoals in het werkplan staat? Was je speeksel dun en waterig, of dik en slijmerig?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten? Zaten er bijvoorbeeld geen etensresten in je speeksel?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |      |                         |                                    |  |                                 |  |



6 DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DE WERKING VAN SPEEKSEL

► Basisstof 2 | ► Leerdoel 2.2.4

 40-50 minuten

WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je wat de invloed van de temperatuur is op de werking van speeksel.  
Dit onderzoek is een beschrijvend onderzoek. Je hoeft dus geen hypothese te bedenken.

BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK       | DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DE WERKING VAN SPEEKSEL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onderzoeksvraag | Wat is de invloed van de temperatuur op de werking van het enzym in speeksel?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Benodigdheden   | <div><div><input type="checkbox"/> 8 reageerbuizen en een reageerbuisrek</div><div><input type="checkbox"/> 8 etiketten</div><div><input type="checkbox"/> zetmeeloplossing van 2%</div><div><input type="checkbox"/> een beerglass met smeltende ijsblokjes</div><div><input type="checkbox"/> een waterbad met water van ongeveer 37 °C</div><div><input type="checkbox"/> een beerglass met bijna kokend water (wees voorzichtig met kokend water)</div><div><input type="checkbox"/> een thermometer</div><div><input type="checkbox"/> joodoplossing in een flesje met een druppelpipet</div></div> <div><p>Afb. 6 Benodigdheden.</p></div> |



| Werkwijze     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Plak op alle reageerbuizen een etiket. Nummer de buizen van 1 tot en met 8.</li><li>• Verzamel speeksel in je mond. Vul reageerbuis 1 tot ongeveer 2 cm met speeksel. Vul de reageerbuis tot een hoogte van 4 à 5 cm bij met water. Meng de inhoud van de buis goed.</li><li>• Verdeel de inhoud van de buis over reageerbuis 1 tot en met 4. Zorg ervoor dat in alle vier de buizen evenveel vloeistof zit.</li><li>• Vul reageerbuis 5 tot en met 8 tot ongeveer 2 cm met zetmeeloplossing. Zorg ervoor dat in alle vier de reageerbuizen evenveel zetmeeloplossing zit.</li><li>• Zet reageerbuis 1 en 5 in het bekerglas met smeltende ijsblokjes.</li><li>• Zet reageerbuis 2 en 6 in het reageerbuisrek op kamertemperatuur.</li><li>• Zet reageerbuis 3 en 7 in het waterbad, bij 37 °C.</li><li>• Zet reageerbuis 4 en 8 in het bekerglas met bijna kokend water.</li><li>• Laat alle reageerbuizen 5 minuten staan. Meet daarna met de thermometer de temperatuur in reageerbuis 1 tot en met 4. Noteer de temperaturen in de tabel bij ‘Resultaten’.</li><li>• Doe de inhoud van buis 5 bij buis 1. Meng goed.</li><li>• Doe de inhoud van buis 6 bij buis 2. Meng goed.</li><li>• Doe de inhoud van buis 7 bij buis 3. Meng goed.</li><li>• Doe de inhoud van buis 8 bij buis 4. Doe dit voorzichtig en meng het ook voorzichtig.</li><li>• Laat de buizen 20 minuten bij hun temperatuur staan.</li><li>• Voeg na 20 minuten twee druppels joodoplossing toe aan elke reageerbuis.</li></ul> |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|---------------|----|--|---------------|----|--|---------------|----|--|---------------|----|--|
| Resultaten    | <table><tr><th></th><th>Temperatuur</th><th>Kleur met joodoplossing</th></tr><tr><td>Reageerbuis 1</td><td>°C</td><td></td></tr><tr><td>Reageerbuis 2</td><td>°C</td><td></td></tr><tr><td>Reageerbuis 3</td><td>°C</td><td></td></tr><tr><td>Reageerbuis 4</td><td>°C</td><td></td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         | Temperatuur | Kleur met joodoplossing | Reageerbuis 1 | °C |  | Reageerbuis 2 | °C |  | Reageerbuis 3 | °C |  | Reageerbuis 4 | °C |  |
|               | Temperatuur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Kleur met joodoplossing |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
| Reageerbuis 1 | °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
| Reageerbuis 2 | °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
| Reageerbuis 3 | °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
| Reageerbuis 4 | °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
| Conclusie     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |
| Discussie     | <p>Verliep alles volgens het werkplan? Zijn bijvoorbeeld alle reageerbuizen gevuld zoals in het werkplan staat? Was je speeksel dun en waterig, of dik en slijmerig?</p> <p>Zijn de reageerbuizen lang genoeg blootgesteld aan de juiste temperatuur?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |             |                         |               |    |  |               |    |  |               |    |  |               |    |  |



## 7

## HOE GEZOND IS DE SCHOOLKANTINE?

► Basisstof 4 | ► Leerdoelen 2.4.9 en 2.0.19 | ► Leren onderzoeken 2

 **Les 1: 10-15 minuten, les 2: 15-20 minuten**

**WAT GA JE DOEN?**

In de meeste kantines komen producten en productgroepen voor die niet in de Schijf van Vijf staan. Bovendien hebben veel kantines niet altijd een gezonde uitstraling. In dit practicum onderzoek je hoe gezond de schoolkantine op jouw school is. Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

**BENODIGDHEDEN**

De benodigdheden staan in de tabel.

**WERKWIJZE**

- Lees vooraf het onderzoek helemaal door.
- Bereid in les 1 je onderzoek voor.
  - Noteer het doel van het onderzoek in de tabel.
  - Installeer de ‘Kies Ik Gezond?’-app.
  - Maak de tabel en de afvinklijst.
- Voer het onderzoek uit tussen de twee lessen in.
- Verwerk in les 2 je resultaten en vul de onderzoekstabel verder in.

| ONDERZOEK       | EEN GEZONDE KANTINE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doel onderzoek  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Onderzoeksvraag | Hoe gezond is de schoolkantine?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Benodigdheden   | <input type="checkbox"/> de ‘Kies Ik Gezond?’-app van het Voedingscentrum (zie afbeelding 7) (zie <a href="http://www.voedingscentrum.nl/kiesikgezond">www.voedingscentrum.nl/kiesikgezond</a> )<br><input type="checkbox"/> de negen uitstralingspunten voor een gezonde kantine van het Voedingscentrum (zie <a href="http://gezondeschoolkantine.voedingscentrum.nl/uitstraling">gezondeschoolkantine.voedingscentrum.nl/uitstraling</a> )<br><br><b>Afb. 7</b> De ‘Kies Ik Gezond?’-app. <div data-bbox="722 1991 1010 2570">  </div> |



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Werkwijze  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak een tabel met twee kolommen. Schrijf boven de eerste kolom: <i>Wel in de Schijf van Vijf</i>. Schrijf boven de tweede kolom: <i>Niet in de Schijf van Vijf</i>.</li> <li>• Maak een afvinklijst met de negen uitstralingspunten voor een gezonde kantine. Verdeel de uitstralingspunten onder twee kopjes: <i>Basispunten</i> en <i>Aanvullende punten</i>.</li> <li>• Ga naar de schoolkantine wanneer deze open is. Noteer alle producten die in jullie schoolkantine te koop zijn in de juiste kolom in de tabel. In welke kolom een product hoort, kun je opzoeken in de 'Kies Ik Gezond?'-app. (Als je de app niet op school kunt gebruiken, noteer je de producten en zet je ze later in de juiste kolom in de tabel.)</li> <li>• Ga met de afvinklijst na aan welke punten jullie schoolkantine voldoet. Vergeet ook de automaten niet.</li> </ul> |
| Resultaten | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maak een staafdiagram van de tabel.</li> <li>• Zet onder het staafdiagram de resultaten van de afvinklijst. Maak bijvoorbeeld een tabel waarin je laat zien hoeveel basispunten en hoeveel aanvullende punten in de kantine aanwezig zijn.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Conclusie  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Discussie  | <p>Verliep alles volgens het werkplan? Heb je bijvoorbeeld alle producten in de schoolkantine kunnen opzoeken, of waren sommige voedingsmiddelen niet meer beschikbaar?</p> <p>Hoe betrouwbaar zijn je resultaten? Was het aanbod bijvoorbeeld hetzelfde als altijd, of was er een speciale actie?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## OPDRACHT

1

- a** Is er voldoende keuze voor leerlingen die volgens de Schijf van Vijf willen eten? Leg je antwoord uit.
- b** Noteer minstens vijf producten uit de Schijf van Vijf die je zou willen toevoegen aan het assortiment van de kantine. Leg bij elk product uit waarom je dit wilt toevoegen.
- c** Noteer minstens vijf producten die volgens jou uit het assortiment zouden kunnen worden verwijderd. Leg bij elk product uit waarom je vindt dat het weg kan.
- d** Doe een suggestie hoe de uitstraling van de schoolkantine gezonder kan worden. Licht je antwoord toe.



## 8

## LEKKER EN GEZOND

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 2.4.9

 **Les 1: 20-30 minuten, les 2: 40-50 minuten**

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum bedenkt u een recept voor een belegd broodje dat niet alleen lekker is, maar ook past in de Schijf van Vijf. Dit recept gaat u presenteren aan de klas. U doet dit practicum samen met een klasgenoot.

**BENODIGDHEDEN**

U bedenkt zelf de benodigdheden.

**WERKWIJZE**

- Bedenk tijdens les 1 een recept voor een belegd broodje. Alle ingrediënten moeten in de Schijf van Vijf staan (ook het broodje).
- Noteer alle ingrediënten op een boodschappenlijst. Beschrijf de ingrediënten nauwkeurig (bijvoorbeeld kaas met minder zout of suikervrije ketchup). Schrijf jullie groepsnummer of groepsnaam op de lijst.
- Lever de boodschappenlijst in bij de docent. De docent regelt de ingrediënten voor de tweede les.
- Maak tijdens les 2 het belegde broodje met de ingrediënten op jullie boodschappenlijst. Snijd de broodjes in hapklare stukjes. Als het kan, maak dan net zo veel stukjes als het aantal leerlingen in de klas.
- Presenteer jullie broodje aan de klas. Overtuig de klas waarom jullie broodje het lekkerst én het gezondst is.
- Nadat alle presentaties zijn geweest, stemt u individueel op het broodje dat u het lekkerst en gezondst vindt. Proef eventueel de broodjes waar u tussen twijfelt.

**OPDRACHT**

## 1

- a Welk broodje is door de klas gekozen als het lekkerst en het gezondst? Schrijf het recept op.
- b Welk broodje vindt u zelf het lekkerst en gezondst? Schrijf het recept op. Als het om hetzelfde broodje gaat als het broodje dat klassikaal als beste is gekozen, schrijft u dan het recept op van het broodje dat u daarna het lekkerst vindt.



## 9

## VERSCHILLENDE TANDEN EN KIEZEN

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 2.6.13

 15-25 minuten**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum bekijk en teken je het gebit van drie verschillende dieren.

**BENODIGDHEDEN**

- ☐ een schedel van een carnivoor
- ☐ een schedel van een herbivoor
- ☐ een schedel van een omnivoor (geen mensenschedel)
- ☐ een loep
- ☐ een spiegel
- ☐ een klein spiegeltje, bijvoorbeeld een tandartsspiegeltje
- ☐ tekenmateriaal

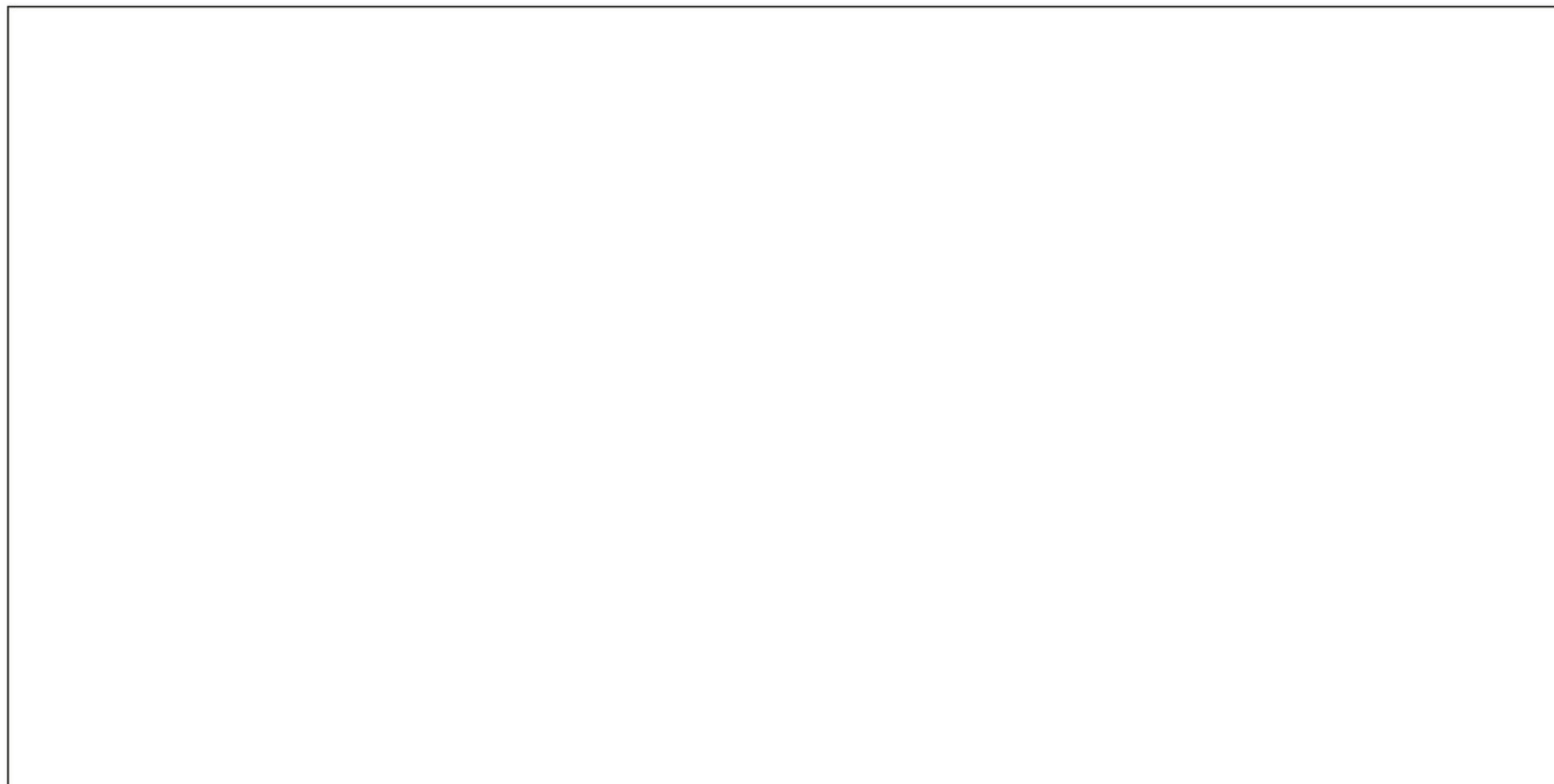
**WERKWIJZE**

- Leg één schedel zo voor je dat je alle tanden en kiezen in de rechterkaakhelften kunt zien (zie afbeelding 8).
- Kijk of je verschillen tussen de verschillende gebitten herkent. Zo niet, vraag je docent om uitleg.
- Maak van elke schedel een tekening van het bovenaanzicht van de tanden en kiezen in de rechterkaakhelften. Hierbij hoef je de kaken alleen schematisch te tekenen en kun je de rest van de schedel weglaten.
- Geef de gebitselementen aan: *hoektand* – *knipkies* / *knobbelkies* / *plooikies* (kies een van deze drie) – *snij tand*.
- Noteer onder elke tekening van wat voor diersoort de schedel afkomstig is.
- Bekijk nu je eigen tanden en kiezen. Gebruik hiervoor de spiegel en het spiegeltje.

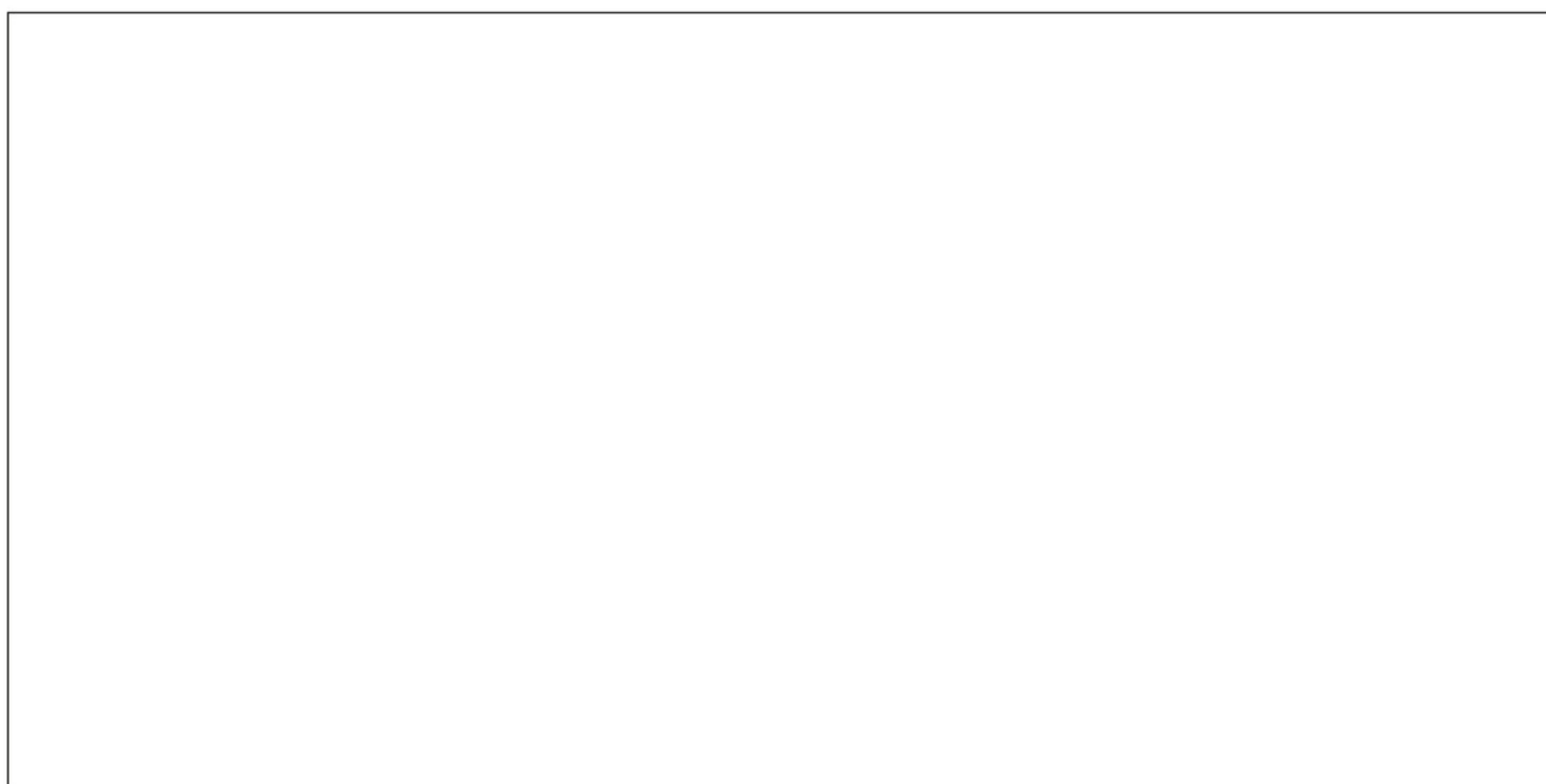
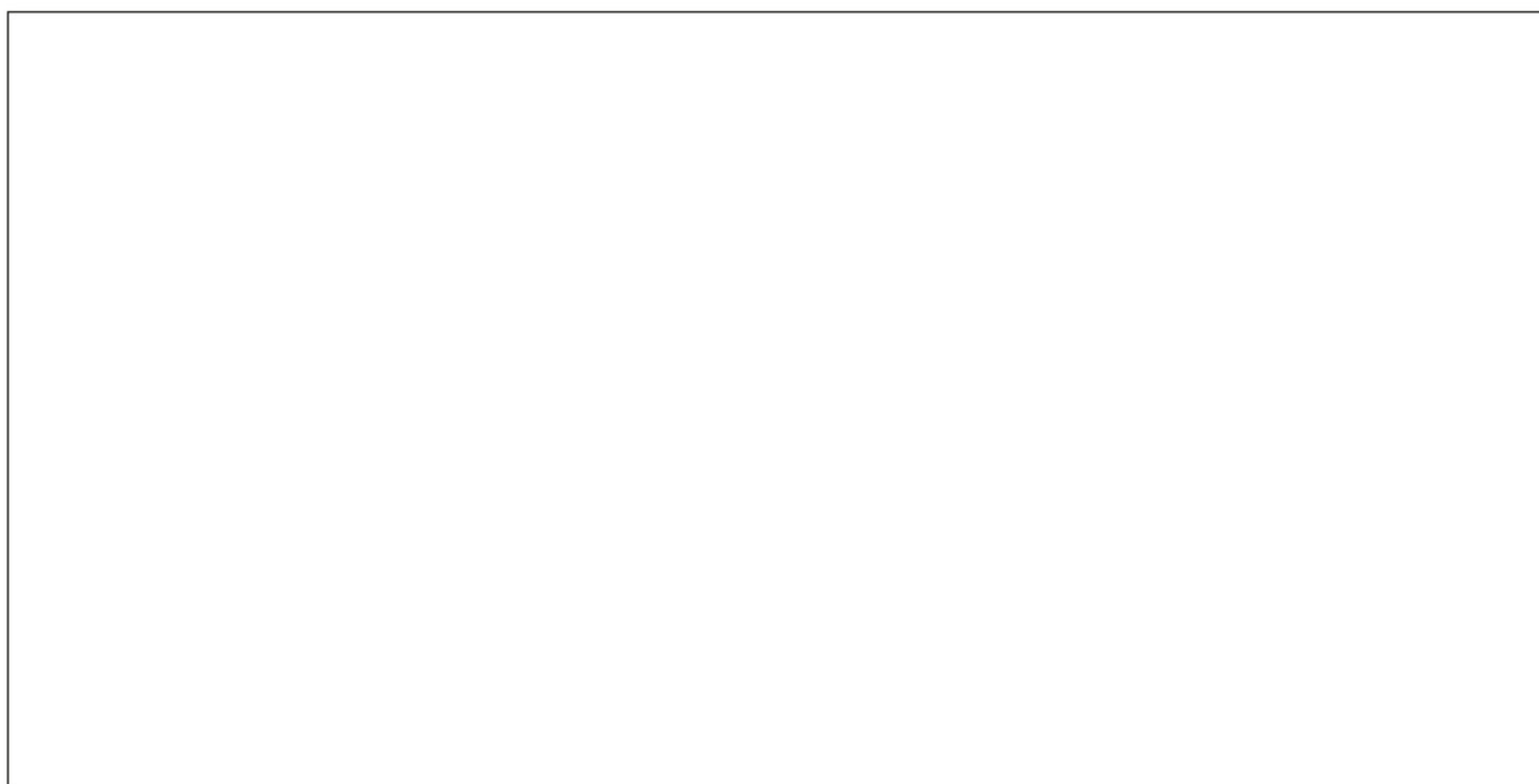
**OPDRACHT**

## 1

Vergelijk je eigen kiezen met die van de drie diersoorten die je hebt getekend. Met welke diersoort komen je kiezen het meest overeen?







**Afb. 8** Schedels van dieren.



1 een eekhoorn



2 een konijn



3 een veldmuis



# Samenvatting

## BASIS 1

## VOEDINGSMIDDELEN EN VOEDINGSSTOFFEN

### 1 Je kunt de functies van voedingsstoffen en voedingsvezel in voedingsmiddelen noemen.

- Voedingsmiddelen: alle producten die je eet en drinkt.
  - Plantaardige voedingsmiddelen: wortels, stengels, bladeren, vruchten en zaden van bepaalde planten.
  - Dierlijke voedingsmiddelen: delen van dieren (vlees, vis) of producten van dieren (eieren en zuivelproducten, bijv. melk, boter, kaas en yoghurt).
- Voedingsstoffen: de bruikbare bestanddelen van voedingsmiddelen.
  - Bouwstoffen: worden gebruikt bij de vorming van cellen en weefsels (vooral bij groei, ontwikkeling en herstel van het lichaam).
  - Brandstoffen: leveren energie voor beweging, voor het op peil houden van de lichaamstemperatuur en voor groei, ontwikkeling en herstel.
  - Reservestoffen: worden opgeslagen in bepaalde delen van het lichaam.
  - Beschermende stoffen: zorgen ervoor dat je gezond blijft.
- Voedingsvezel: alle onverteerbare stoffen in plantaardig voedsel.

### 2 Je kunt zes groepen voedingsstoffen noemen met hun functies en kenmerken.

- Eiwitten:
  - Functies: vooral bouwstoffen, ook brandstoffen.
  - Een teveel aan eiwitten wordt omgezet in vet en opgeslagen als reservestof.
- Koolhydraten:
  - Functies: vooral brandstoffen, ook bouwstoffen en reservestoffen.
  - Suikers (zoals glucose), zetmeel en glycogeen zijn voorbeelden van koolhydraten.
  - Een teveel aan koolhydraten wordt omgezet in vet en opgeslagen als reservestof.
  - Glucose kan worden omgezet in glycogeen en worden opgeslagen in de lever en in de spieren.
- Vetten:
  - Functies: vooral brandstoffen, ook bouwstoffen en reservestoffen.
  - Vetten kunnen o.a. onder de huid worden opgeslagen als reservestof.
- Water:
  - Functie: bouwstof.
  - Water is o.a. belangrijk bij het vervoer van stoffen in het lichaam.
- Mineralen (zouten):
  - Functies: bouwstoffen en beschermende stoffen.
  - Voorbeeld: kalkzouten voor de opbouw van botten.
- Vitaminen:
  - Functies: bouwstoffen en beschermende stoffen.
  - Vitaminen worden aangegeven met een letter (bijv. A, B, C, D en K).
  - Voorbeelden: vitamine A voor de opbouw van de huid en om goed te kunnen zien; vitamine D voor het vastleggen van kalkzouten in de botten.

### 3 Je kunt essentiële en niet-essentiële voedingsstoffen onderscheiden.

- Ongeveer vijftig voedingsstoffen zijn nodig voor de processen in de cellen.
- Essentiële voedingsstoffen: stoffen die je lichaam niet (of niet voldoende) zelf kan maken.
  - Je moet ze binnenkrijgen met je voedsel, bijv. vitamine C, veel bouwstenen van eiwitten, enkele bouwstenen van vetten.
- Niet-essentiële voedingsstoffen: stoffen die je lichaam zelf kan maken.
  - Deze stoffen worden gevormd in de lever (linolzuur is namelijk een essentiële voedingsstof).



## BASIS 2

## HET VERTERINGSSTELSEL

**4 Je kunt de werking en functie van vertering, verteringssappen en enzymen beschrijven.**

- Vertering: het omzetten van voedingsstoffen die niet door de darmwand heen in het bloed kunnen worden opgenomen, in verteringsproducten die wel kunnen worden opgenomen in het bloed.
  - Eiwitten, de meeste koolhydraten (o.a. suiker en zetmeel) en vetten worden verteerd.
  - Glucose, mineralen, vitaminen en water hoeven niet te worden verteerd.
- Mechanische vertering: voedsel in kleine stukjes verdelen door te kauwen.
- Chemische vertering: voedingsstoffen omzetten met behulp van verteringssappen.
  - Verteringssappen worden gemaakt door verteringsklieren.
  - Veel verteringssappen bevatten enzymen.
- Enzymen: stoffen die scheikundige processen versnellen.
  - De enzymen in verteringssappen zorgen ervoor dat de vertering snel verloopt.
- Enzymen werken volgens het sleutel-slotprincipe.
  - Een enzym heeft een bepaalde vorm.
  - De stof waarop een enzym inwerkt, moet precies in die vorm passen.
- De werking van een enzym is onder andere afhankelijk van de temperatuur.
  - Enzymen in je lichaam werken het best bij 37 °C.
  - Wordt de temperatuur lager of hoger, dan neemt de werking van enzymen af.

**5 Je kunt de delen van een gebit noemen met hun functie.**

- Snijtanden en hoektanden dienen om stukken van het voedsel af te bijten.
  - Hoektanden zijn iets puntiger dan snijtanden.
- Kiezen dienen voor het fijnmalen van voedsel.
  - Kiezen hebben een knobbelige bovenkant.
- Functie gebit: het voedsel in kleine stukjes verdelen (kauwen).
  - Het voedsel is beter in te slikken.
  - Het oppervlak van het voedsel wordt vergroot, zodat enzymen op een groter oppervlak kunnen inwerken.

**6 Je kunt de werking en functie van de darmperistaltiek beschrijven.**

- Darmperistaltiek (peristaltische bewegingen): het afwisselend samentrekken en ontspannen van kringspieren en lengtespieren in de wand van het hele darmkanaal.
- Functies: de voedselbrij verplaatsen, kneden en vermengen met verteringssappen.
- Voedingsvezel is nodig voor een goede darmperistaltiek.

## BASIS 3

## DE ORGANEN VOOR VERTERING

**7 Je kunt de functies en kenmerken van de delen van het verteringsstelsel noemen.**

- Mondholte met speekselklieren:
  - Functie speekselklieren: speeksel produceren.
- Slokdarm:
  - Functie: het voedsel verplaatsen van de keelholte naar de maag.
- Maag:
  - Functie: het voedsel tijdelijk opslaan.
  - Maagportier: kringspier die de maag afsluit.
  - Maagsapklieren produceren maagsap.
- Lever:
  - Functie: gal produceren.
  - Gal wordt tijdelijk opgeslagen in de galblaas en afgevoerd via de galbuis.
- Alvleesklier:
  - Functie: alvleessap produceren.
- Twaalfvingerige darm:



- Functie: gal en alvleessap vermengen met de voedselbrij.
- Dunne darm:
  - Functie: voedingsstoffen, verteringsproducten en water opnemen in het bloed.
  - Door darmplouwen en darmvlokken heeft de wand een groot oppervlak. De darmvlokken bevatten veel bloedvaten.
  - Darmsapklieren produceren darmsap.
- Blindedarm met wormvormig aanhangsel (appendix):
  - Bij blindedarmontsteking is het wormvormig aanhangsel ontstoken.
- Dikke darm:
  - Functie: water onttrekken aan de brij van onverteerde voedselresten, die daardoor wordt ingedikt. Het water wordt opgenomen in het bloed.
  - Bij diarree wordt in de dunne darm en in de dikke darm onvoldoende water in het bloed opgenomen.
  - Bacteriën verteren cellulose in de celwanden van plantaardige voedselresten. Hierbij ontstaat glucose dat voor een deel wordt opgenomen in het bloed.
- Endeldarm:
  - Functie: verzamelen en tijdelijk opslaan van onverteerde voedselresten (ontlasting).
  - Anus: kringspier die de endeldarm afsluit.

#### 8 Je kunt de verteringssappen noemen met hun functies.

- Speeksel: water, slijm en een enzym.
  - Functie slijm: de glijbaarheid van het voedsel verhogen.
  - Functie enzym: zetmeel voor een deel verteren.
- Maagsap: water, zoutzuur en een enzym.
  - Functie zoutzuur: bacteriën in het voedsel doden.
  - Functie enzym: eiwitten voor een deel verteren.
- Gal: bevat geen enzym.
  - Functie: vetten emulgeren (grote vetdruppels verdelen in kleine vetdruppeltjes), zodat de vetten beter bereikbaar zijn voor enzymen.
- Alvleessap: bevat verschillende enzymen.
  - Functie: eiwitten, koolhydraten en vetten verteren.
- Darmsap: bevat verschillende enzymen.
  - Functie: de vertering van eiwitten en koolhydraten afmaken.

### BASIS 4

#### GEZONDE VOEDING

#### 9 Je kunt met de Schijf van Vijf adviezen voor een gezonde voeding geven.

- Eet gevarieerd: gebruik elke dag iets uit elk vak van de Schijf van Vijf.
  - Eet veel groente en fruit.
  - Eet zachte en vloeibare vetten.
  - Eet meer plantaardig en minder vlees.
  - Eet vooral volkoren.
  - Gebruik dorstlessers zonder suiker.

| Vak    | Voedingsmiddelen                                                                           | De voedingsmiddelen bevatten:                            |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Groen  | groente en fruit                                                                           | vitamine C en voedingsvezel                              |
| Geel   | margarine, halvarine of olie                                                               | vetten en vitaminen                                      |
| Roze   | melk, kaas (of andere melkproducten) en vlees, vleeswaren, kip, vis, ei of vleesvervangers | eiwitten, mineralen en vitaminen                         |
| Oranje | brood en aardappelen (of rijst, macaroni, spaghetti, peulvruchten, couscous)               | eiwitten, mineralen, vitaminen, voedingsvezel en zetmeel |
| Blauw  | dranken                                                                                    | water                                                    |



**10 Je weet wat een gezond gewicht is en welke keuzen daaraan kunnen bijdragen.**

- De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid (ADH) geeft aan hoeveel van een bepaalde voedingsstof je per dag nodig hebt om je lichaam goed te laten functioneren.
  - De ADH is een gemiddelde.
- Body Mass Index (BMI) =  $\frac{\text{gewicht}}{\text{lengte} \times \text{lengte}}$  met het gewicht in kg en je lengte in m.
  - Jongens van 12–14 jaar: gezond gewicht als de BMI ongeveer 15 tot 23 is.
  - Meisjes van 12–14 jaar: gezond gewicht als de BMI ongeveer 16 tot 23 is.
  - Volwassenen: gezond gewicht als de BMI ongeveer 20 tot 25 is.
- Vooral vet in en rond de buik is nadelig voor de gezondheid.
- Overgewicht: je bent zwaarder dan het gewicht dat bij je leeftijd en lengte past.
  - Gevolgen van overgewicht: grotere kans op hart- en vaatziekten, diabetes type 2 en gewrichtsklachten.
- Ondergewicht: je bent lichter dan het gewicht dat bij je leeftijd en lengte past.
  - Gevolgen van ondergewicht: sneller ziek worden, moe of lusteloos gevoel.
- Keuzes voor een gezond gewicht:
  - Eet gezond, dus volgens de Schijf van Vijf.
  - Eet niet te weinig, sla geen maaltijden over.
  - Eet niet te veel, eet geen ongezond voedsel.

**11 Je kunt mogelijke oorzaken en gevolgen van eetstoornissen noemen en enkele voorbeelden geven.**

- Oorzaken van eetstoornissen:
  - beïnvloed worden door je cultuur of de media
  - nare gebeurtenissen in je leven
  - gevoel van controle willen hebben
  - faalangst of perfectionisme
  - ontevreden zijn over jezelf of je uiterlijk
- Anorexia nervosa: zichzelf uithongeren uit angst om aan te komen.
- Boulimia nervosa: eetbuien met braken of gebruik van laxemiddelen.
- Eetbuistoornis: eetbuien, maar zonder braken of laxemiddelen.
- Eetstoornissen kunnen leiden tot:
  - ondervoeding (anorexia, boulimia) en daardoor o.a. ziekten, haaruitval
  - beschadiging van de slokdarm door braken
  - ernstig overgewicht (obesitas) bij eetbuistoornis

## BASIS 5

**VOEDSELBEDERF****12 Je kunt manieren beschrijven om voedselbederf tegen te gaan.**

- Voedselvergiftiging: een afweerreactie die ontstaat door het eten van voedsel dat is besmet met giftige stoffen, die worden geproduceerd door bacteriën of schimmels.
- Conserveren: voedsel behandelen zodat het niet bederft.
  - Door conserveren worden de omstandigheden voor bacteriën en schimmels ongunstig gemaakt.
- Invriezen (bijv. vlees): de temperatuur verlagen tot –20 °C (of lager).
  - Bij deze temperatuur kunnen bacteriën en schimmels zich niet voortplanten.
- Pasteuriseren (bijv. melk): verhitten tot een temperatuur van 72 °C, waarbij de meeste bacteriën en schimmels doodgaan. Gepasteuriseerde melk bewaar je in de koelkast.
- Steriliseren (bijv. melk): verhitten tot een temperatuur van 130–140 °C, waarbij alle bacteriën en schimmels doodgaan.
  - Veel voedsel (bijv. groenten) wordt gesteriliseerd en daarna ingeblikt (luchtdicht verpakt).



- Vacuüm verpakken: alle lucht wordt uit de verpakking weggezogen, bijv. koffie wordt na het branden vacuümverpakt.
- Gasverpakken: met een juist mengsel van gassen blijft een voedingsmiddel langer houdbaar en behoudt het langer zijn kleur, bijv. vlees.
- Drogen (bijv. melkpoeder en rozijnen): onttrekken van water aan het voedsel.
- Doorstralen (bijv. kip) met radioactieve stralen, zodat bacteriën en schimmels zich minder snel vermenigvuldigen of worden gedood.
- Natuurlijke conserveermiddelen toevoegen: bacteriën en schimmels kunnen niet tegen veel suiker, zuur, zout of stikstof.
  - Aan jam wordt veel suiker toegevoegd.
  - Aan nieuwe haring en olijven wordt veel zout toegevoegd.
- Kunstmatige conserveermiddelen toevoegen: bijv. sulfiet in dranken.
- Additieven: stoffen die aan voedingsmiddelen worden toegevoegd om ze langer houdbaar of aantrekkelijker te maken (bijv. conserveermiddelen, geur-, kleur- en smaakstoffen).

## BASIS 6

## VOEDING EN VERTERING BIJ ZOOGDIEREN

**13 Je kunt bij zoogdieren het verband aangeven tussen de voedselkeuze, de lengte van het darmkanaal en de kenmerken van het gebit.**

- Plantaardig voedsel is moeilijker verteerbaar dan dierlijk voedsel, doordat plantaardig voedsel celwanden van cellulose bevat.
- Planteneters (herbivoren):
  - Het darmkanaal is in verhouding tot de lichaamslengte lang.
  - De kiezen zijn plooikiezen, waarmee plantaardig voedsel kan worden fijngemalen. De plooien lopen loodrecht op de kauwrichting.
  - De hoektanden ontbreken vaak.
- Vleeseters (carnivoren):
  - Het darmkanaal is in verhouding tot de lichaamslengte kort.
  - De kiezen zijn knipkiezen, waarmee dierlijk voedsel in stukken kan worden geknipt. De bovenkaak is breder dan de onderkaak.
  - De hoektanden zijn meestal groot, spits en scherp.
- Alleseters (omnivoren):
  - Het darmkanaal is in verhouding tot de lichaamslengte middellang.
  - De kiezen zijn knobbeltkies, waarmee het voedsel kan worden geknipt en gemalen.
  - Alleseters hebben meestal hoektanden.

## EXTRA 7

## NADENKEN OVER ETEN

**14 Je kunt uitleggen dat minder vlees eten beter is voor de gezondheid en voor het milieu.**

- Redenen om minder vlees te eten:
  - respect voor dieren
  - zorg voor de gezondheid
  - geloofsovertuiging
  - zorg voor het milieu
  - de wereldvoedselsituatie
  - de prijs
- Minder vlees eten is beter voor je gezondheid.
  - Door vlees te vervangen door peulvruchten en noten verlaag je het risico op chronische ziekten.
- Minder vlees eten is beter voor het milieu.
  - minder uitstoot van broeikasgassen
  - minder water nodig om voedsel te produceren



- Vegetariërs eten geen vlees en soms ook geen vis.
- Veganisten gebruiken helemaal geen dierlijke producten, dus ook geen melk, eieren of kaas.
- Flexitariërs eten af en toe wel vlees, maar niet elke dag.
- Producten die vlees in de maaltijd kunnen vervangen: peulvruchten, tofu, kaas, eieren en vleesvervangers.
- In vleesvervangers moet extra veel voorkomen:
  - ijzer, omdat het lichaam ijzer uit plantaardige voedingsmiddelen minder goed kan opnemen;
  - vitamine B12, omdat dit vrijwel niet voorkomt in plantaardige voedingsmiddelen.

## EXTRA 8

## PRODUCTINFORMATIE

**15 Je kunt de informatie op verpakkingen van voedingsmiddelen verklaren.**

- Productinformatie: op de verpakking van een voedingsmiddel staat informatie over de inhoud.
  - de naam van het product
  - de naam van de fabrikant
  - de netto-inhoud
  - de houdbaarheidsdatum
  - de ingrediëntenlijst
- Ten minste houdbaar tot ... (THT): op producten die niet snel bederven.
  - Na de THT-datum kan de kwaliteit achteruitgaan.
  - Je kunt het product dan vaak nog wel veilig eten.
- Te gebruiken tot ... (TGT): op zeer bederfelijke producten.
  - De TGT-datum is de laatste dag waarop je het product nog veilig kunt eten.
  - Na de TGT-datum moet je de producten weggooien.
- In het bewaarvoorschrift staat hoe je het product moet bewaren.
- De ingrediënten zijn de grondstoffen waaruit het product is samengesteld.
  - Ingrediënten staan in volgorde van afnemende hoeveelheid.
  - Ook de additieven of hulpstoffen staan erbij.
  - Hulpstoffen met een E-nummer zijn niet schadelijk voor de gezondheid.
- Voedingswaarde:
  - Hoeveel energie, vetten, eiwitten, koolhydraten en zout het product bevat (per 100 g of 100 mL).
  - De hoeveelheid energie is meestal vermeld in kilojoule (kJ) en in kilocalorie (kcal).

## ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN &amp; PRACTICA

**16 Je kunt glucose aantonen met een indicator.****17 Je kunt zetmeel aantonen met een indicator.****18 Je kunt eiwitten aantonen met een indicator.****19 Je kunt het doel van een onderzoek formuleren.** Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.



# 3

## De bloedsomloop

In je lichaam stroomt bloed door bloedvaten. Bloed vervoert allerlei stoffen, waaronder zuurstof en voedingsstoffen. Witte bloedcellen maken ziekteverwekkers onschadelijk. De nieren zuiveren je bloed.

### BASISSTOF

|   |                                   |     |
|---|-----------------------------------|-----|
| 1 | Bloed                             | 184 |
| 2 | De bloedsomloop                   | 193 |
| 3 | Het hart                          | 205 |
| 4 | Uitscheiding                      | 215 |
| 5 | Het immuunsysteem                 | 221 |
| 6 | Gezond leven                      | 230 |
|   | Samenhang                         | 238 |
|   | <i>Rennen voor de reuzenteek!</i> |     |

### EXTRA STOF

|   |                           |     |
|---|---------------------------|-----|
| 7 | Weefselvloeistof en lymfe | 241 |
| 8 | Bloedgroepen              | 244 |

### ONDERZOEK

|  |                   |     |
|--|-------------------|-----|
|  | Leren onderzoeken | 248 |
|  | Practica          | 258 |

### AFSLUITING

|  |                     |                                                                                     |
|--|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Samenvatting        | 260                                                                                 |
|  | Diagnostische toets |  |









# 1 Bloed

## LEERDOEL

3.1.1 Je kunt de bestanddelen van bloed noemen met hun kenmerken en functies.

- Leren onderzoeken 1 en 2
- Practicum 1

| TAXONOMIE  | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|------------|------------------------|
|            | 3.1.1                  |
| Onthouden  | 1abcd, 2ade, 3bc       |
| Begrijpen  | 1e, 2bc, 3a, 4         |
| Toepassen  | 5c, 7a, 8              |
| Analyseren | 5ab, 6, 7b, 9, 10      |

Een volwassen mens heeft vijf tot zes liter bloed in zijn lichaam. Bloed vervoert zuurstof en koolstofdioxide door je lichaam, en nog vele andere stoffen. Biologen noemen dat 'transport'.

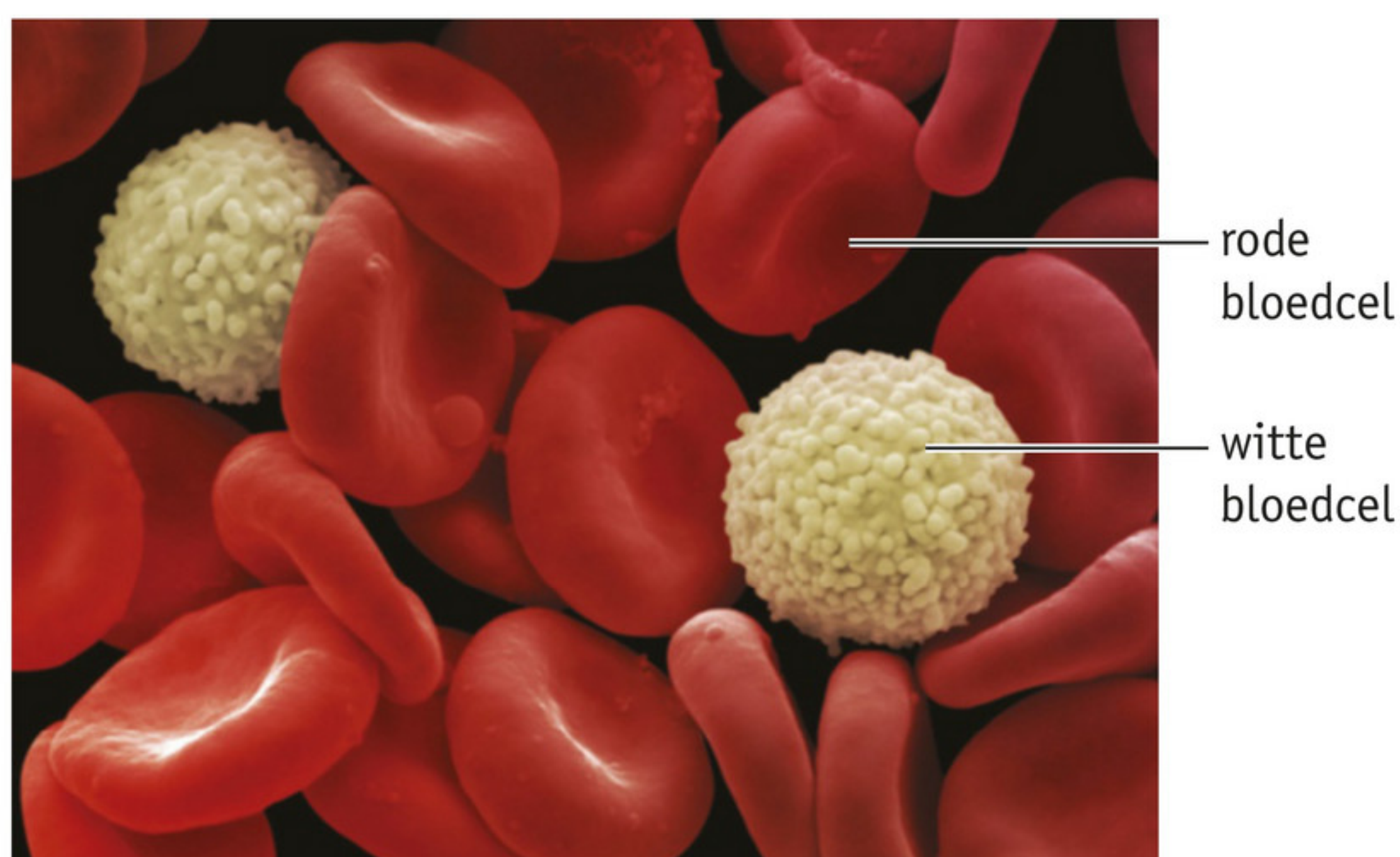
## DE SAMENSTELLING VAN BLOED

Bloed bestaat voor 55% uit de vloeistof **bloedplasma**. Voor de rest (45%) bestaat bloed uit **rode bloedcellen**, **witte bloedcellen** (zie afbeelding 1) en **bloedplaatjes**.

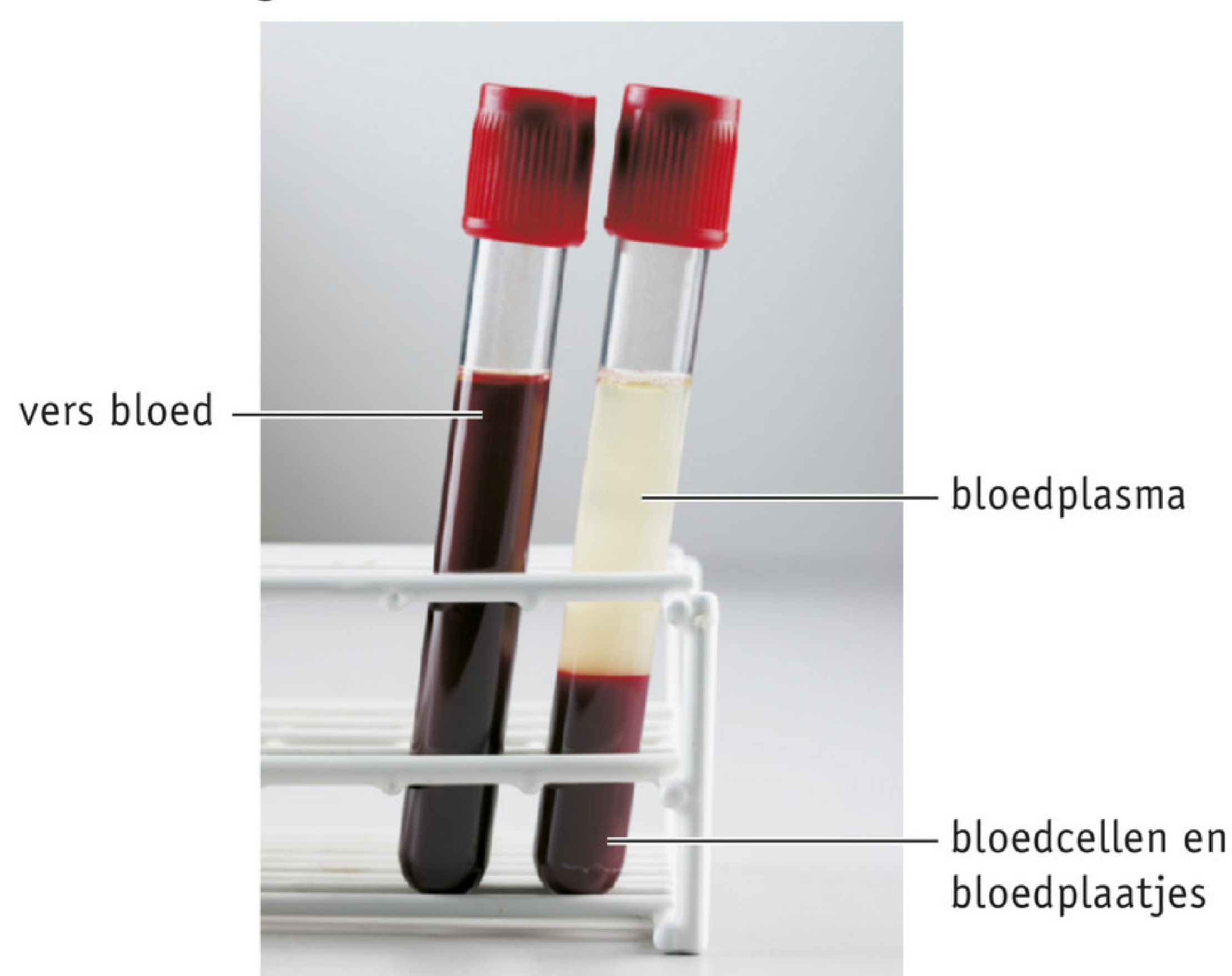
In afbeelding 2 zie je twee reageerbuizen met bloed. Buis 1 bevat vers bloed. In buis 2 is het bloed gescheiden in bloedcellen en bloedplaatjes (onderin) en bloedplasma. Het bloedplasma is gelig van kleur.

De functie van bloed is vervoer van alles wat nodig is om het lichaam te laten functioneren, zoals voedsel, zuurstof en warmte. Koolstofdioxide en andere afvalstoffen worden door het bloed afgevoerd.

**Afb. 1** Bloedcellen (vergroting 3600×).



**Afb. 2** Reageerbuizen met bloed.

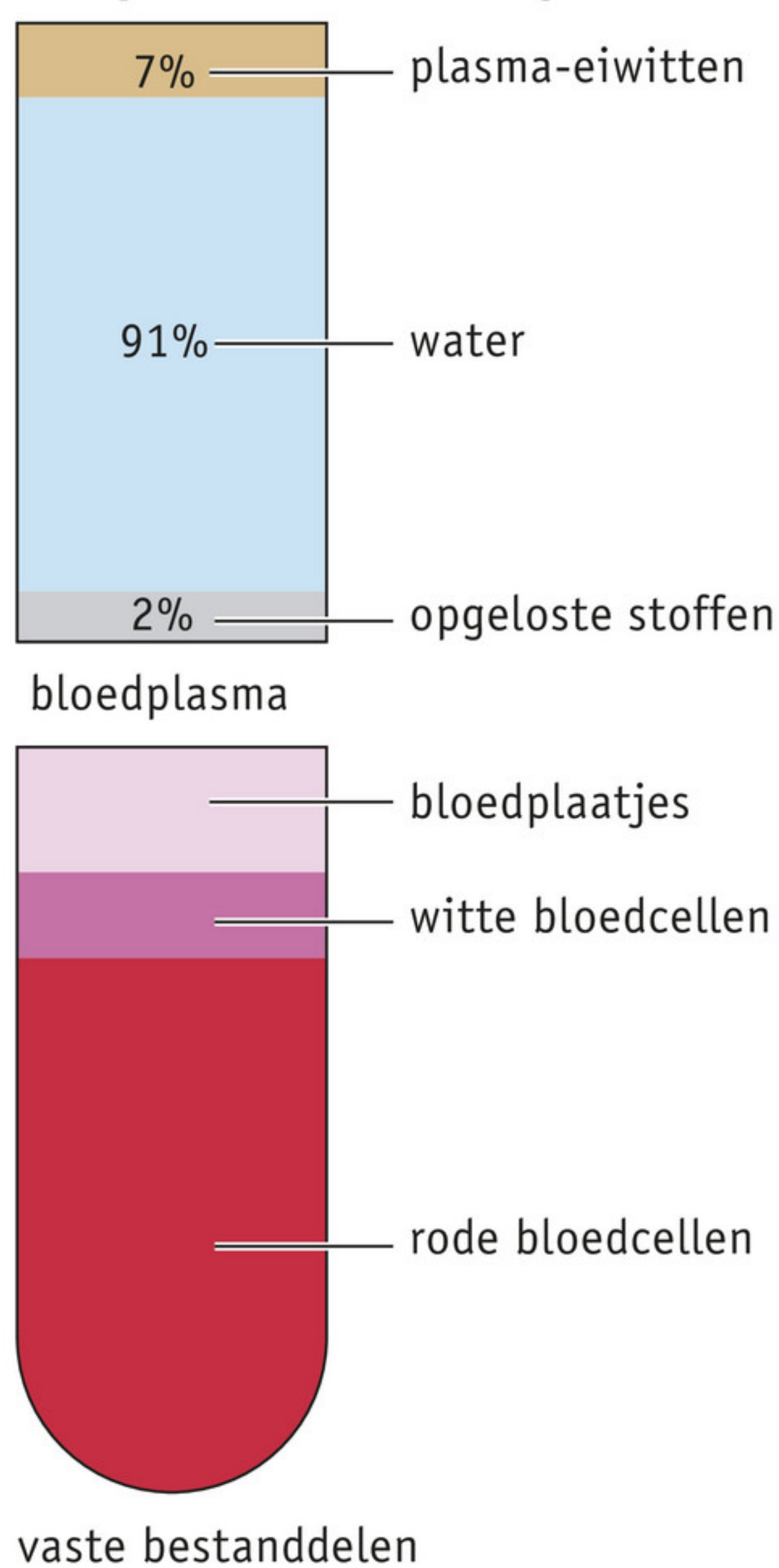




## BLOEDPLASMA

Bloedplasma bestaat voor 7% uit eiwitten (plasma-eiwitten) en voor 91% uit water (zie afbeelding 3). De rest van het bloedplasma bestaat uit stoffen die in het water zijn opgelost, onder andere mineralen (zouten). Een van de plasma-eiwitten is **fibrinogeen**. Fibrinogeen vervult een functie bij de bloedstolling. Bloedplasma vervoert vele stoffen, waaronder voedingsstoffen, afvalstoffen (zoals koolstofdioxide) en (een beetje) zuurstof.

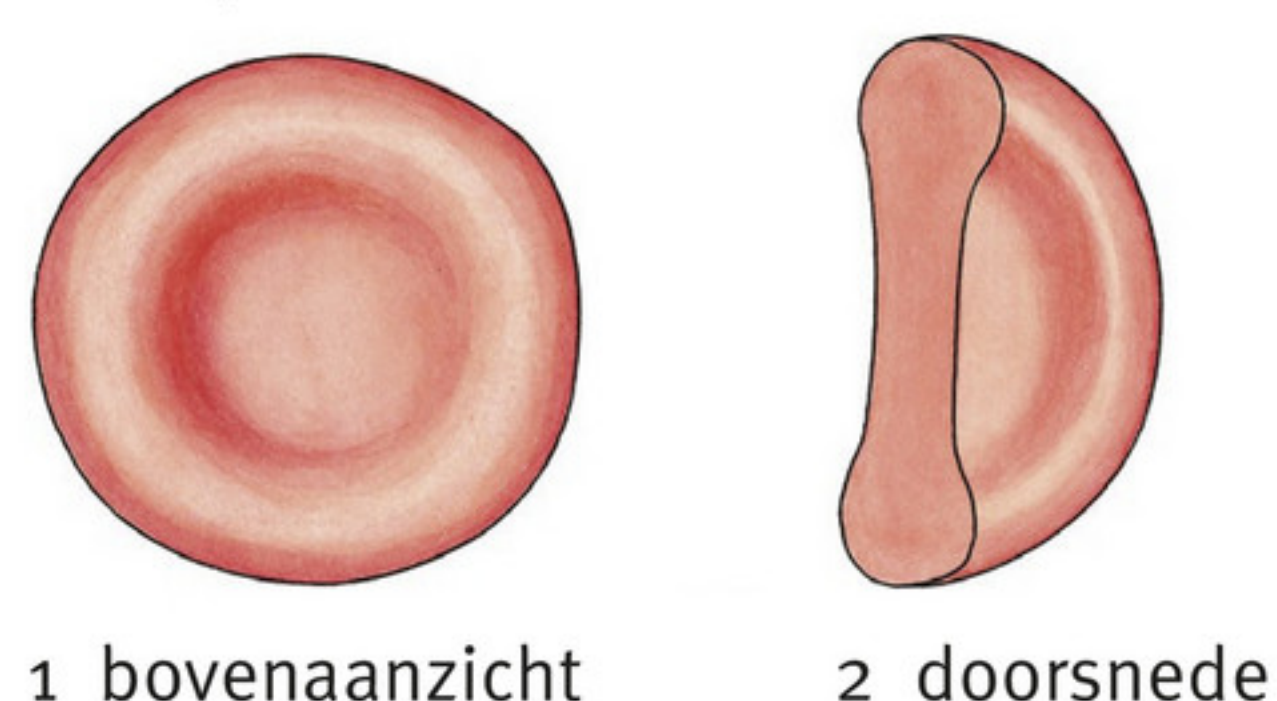
**Afb. 3** De samenstelling van bloed.



## RODE BLOEDCELLEN

Rode bloedcellen hebben de vorm van kleine ronde schijfjes (zie afbeelding 1). Ze zijn in het midden iets dunner dan aan de rand (zie afbeelding 4). Rode bloedcellen hebben geen celkern. In één kubieke millimeter ( $1 \text{ mm}^3 = 0,001 \text{ mL}$ ) bloed zitten ongeveer vijf miljoen rode bloedcellen.

**Afb. 4** Een rode bloedcel.



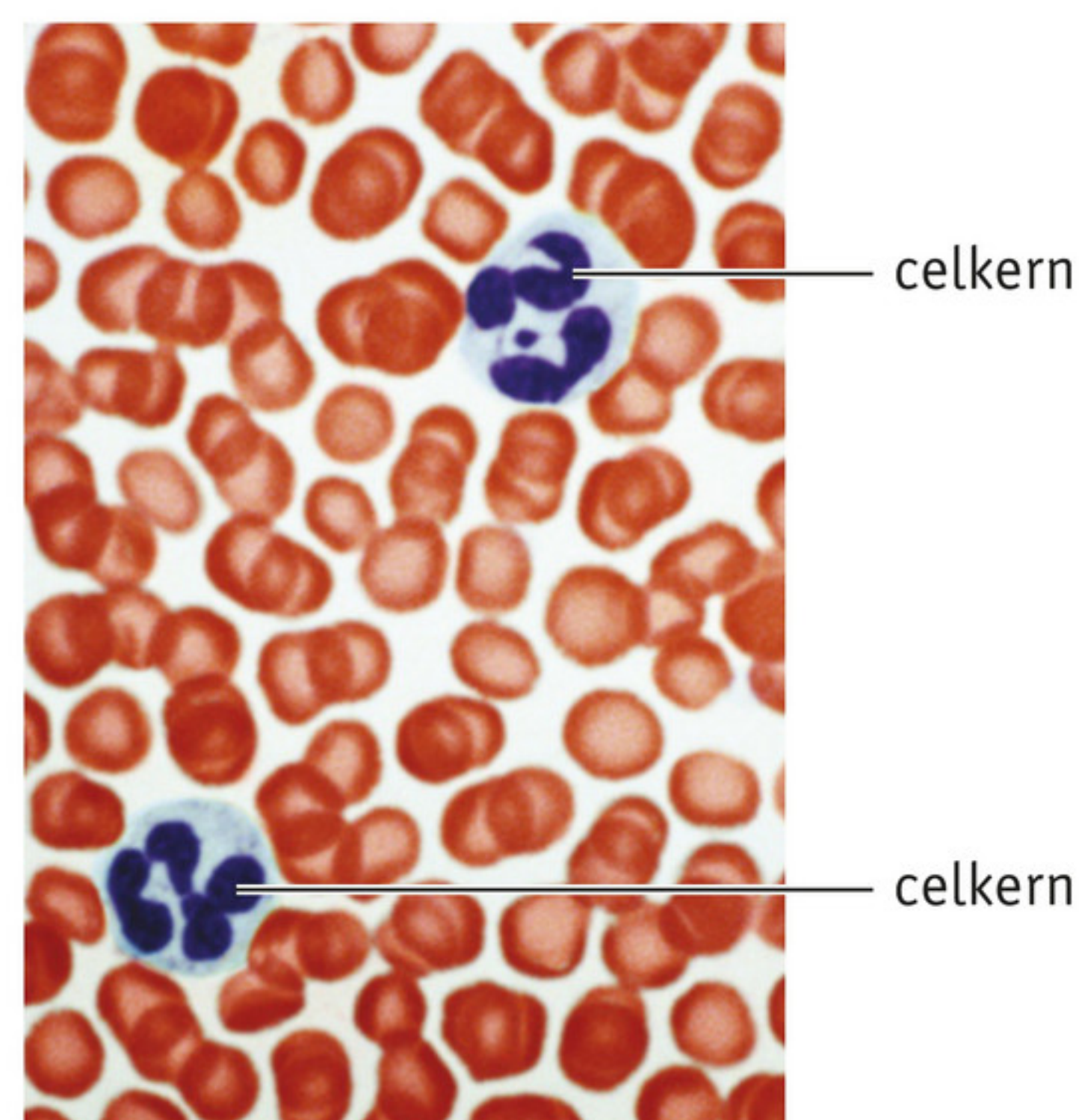
Rode bloedcellen vervoeren vooral zuurstof. Ze bevatten het eiwit **hemoglobine**, wat een rode kleur heeft. Hemoglobine kan zuurstof vasthouden en ook weer loslaten. Daardoor kunnen de rode bloedcellen gemakkelijk zuurstof opnemen en afgeven. In de longen nemen rode bloedcellen zuurstof op, in andere organen geven ze zuurstof af.



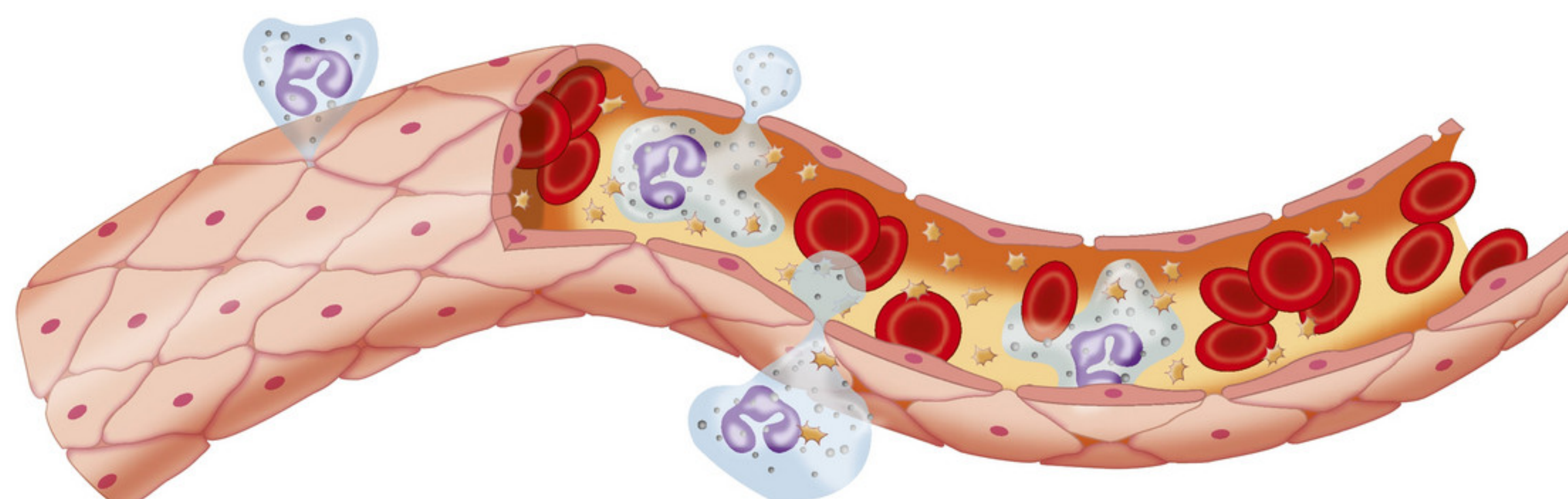
## WITTE BLOEDCELLEN

In tegenstelling tot rode bloedcellen hebben witte bloedcellen wel een celkern (zie afbeelding 5). De cellen hebben geen vaste vorm. Daardoor kunnen ze door kleine openingen in de wand van de kleinste bloedvaten heen (zie afbeelding 6). In één kubieke millimeter bloed zitten ongeveer zeventuizend witte bloedcellen.

**Afb. 5** Witte bloedcellen (blauw).

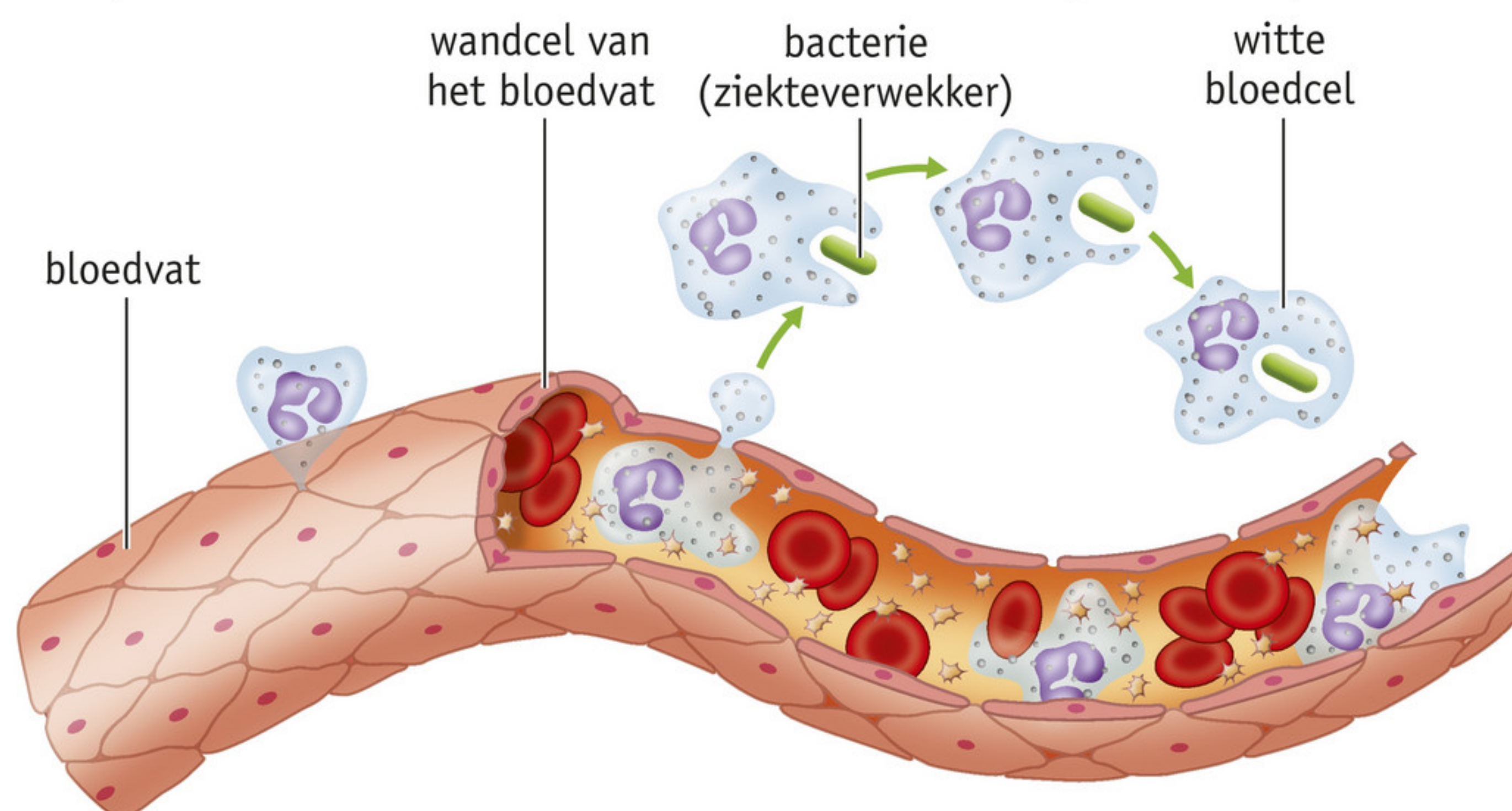


**Afb. 6** Witte bloedcellen kunnen door openingen in de wand van de kleinste bloedvaten.



Witte bloedcellen kunnen ziekteverwekkers, zoals bacteriën en virussen, onschadelijk maken. Eén type witte bloedcel doet dat door ziekteverwekkers op te nemen en kapot te maken (zie afbeelding 7). De witte bloedcel gaat hierbij meestal zelf ook dood.

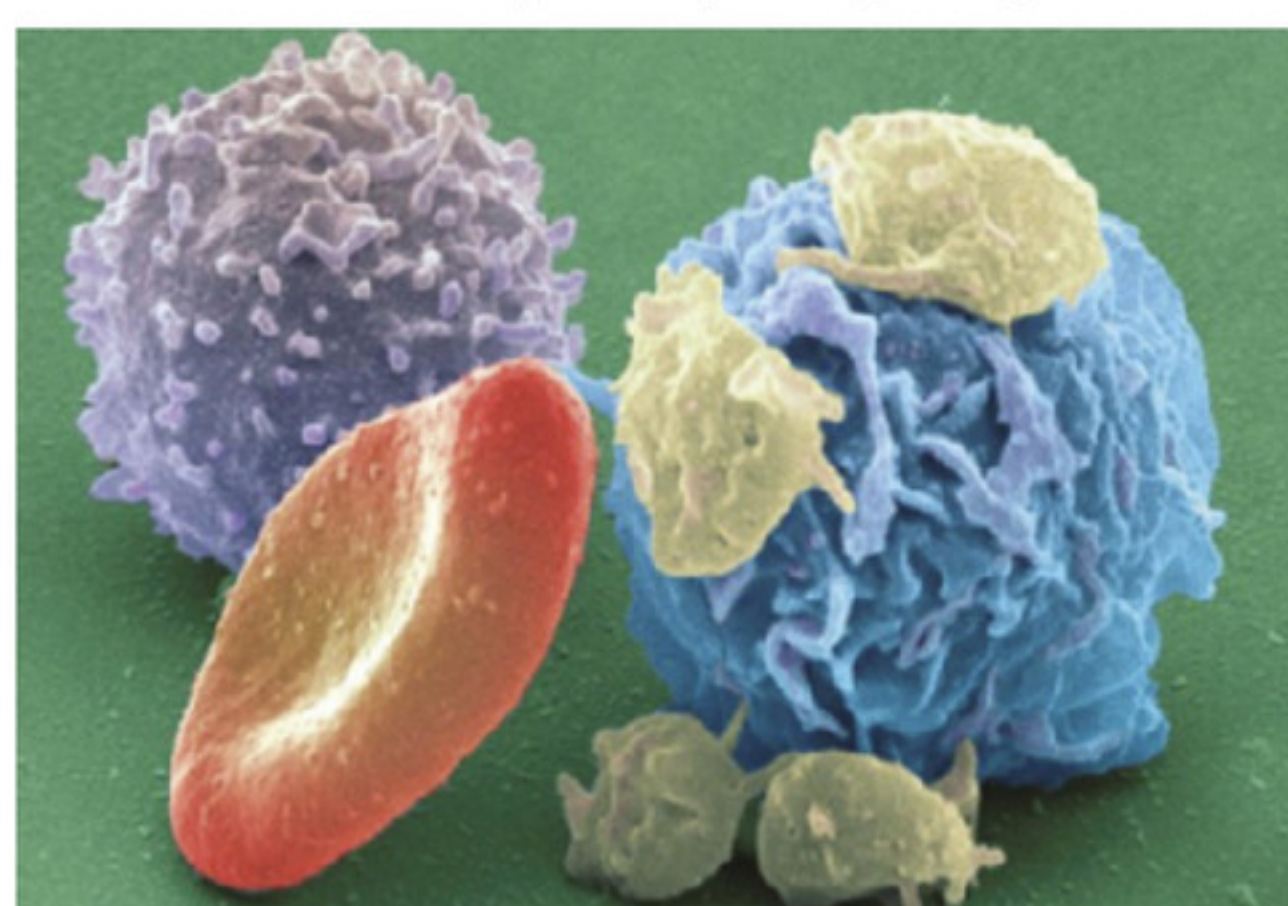
**Afb. 7** Witte bloedcellen maken bacteriën onschadelijk door ze op te nemen.



## BLOEDPLAATJES

Bloedplaatjes zijn geen cellen, maar delen van uiteengevallen cellen (zie afbeelding 8). Ze hebben dus geen celkern. In één kubieke millimeter bloed zitten ongeveer driehonderdduizend (300 000) bloedplaatjes.

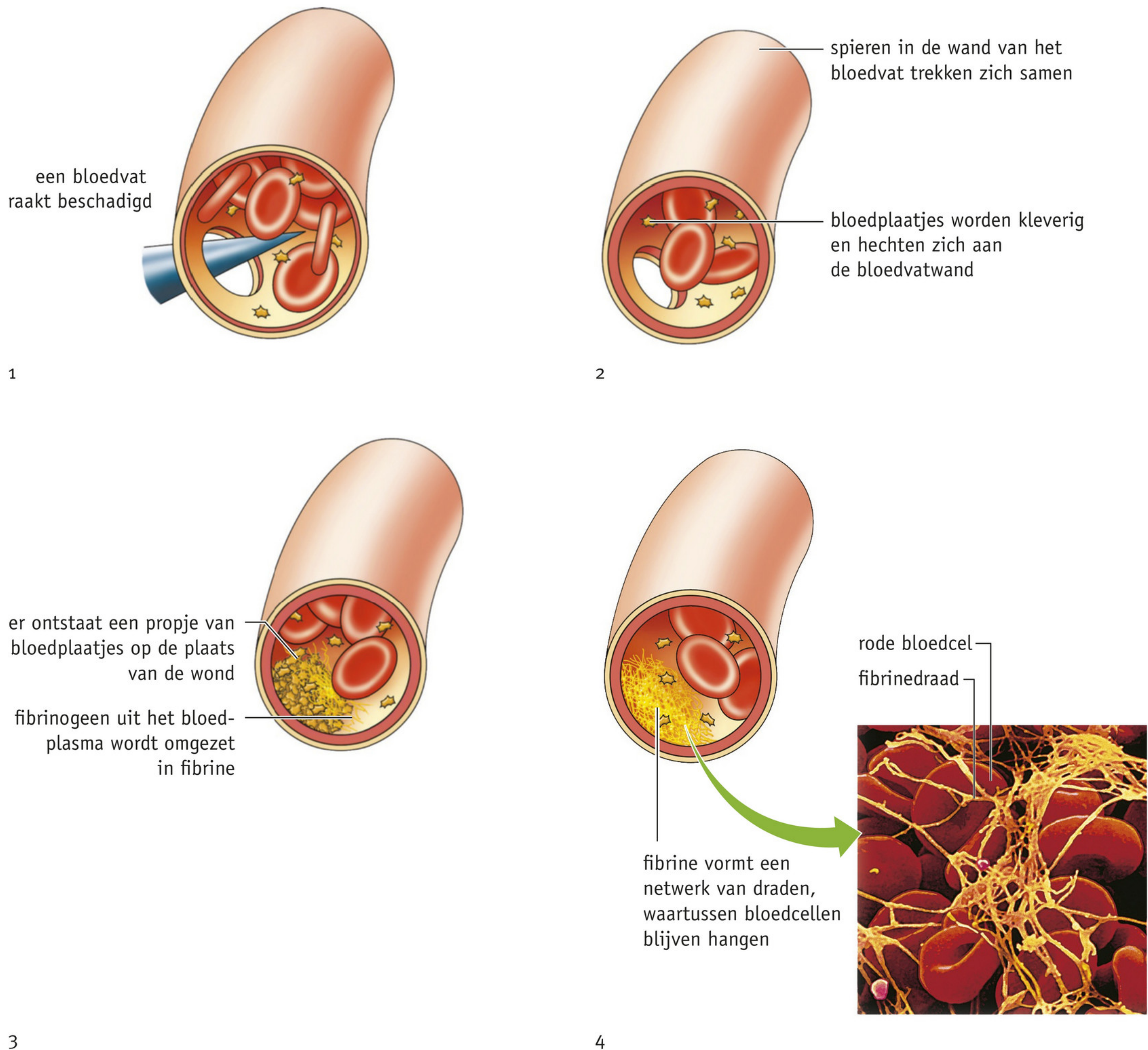
**Afb. 8** Bloedplaatjes (geelgekleurd).





Bloedplaatjes zijn nodig voor de **bloedstolling**. Ze bevatten stoffen die ervoor zorgen dat het bloed stolt als het buiten de bloedvaten komt. Hierdoor wordt het gat in het bloedvat gedicht en de opening naar buiten (de wond) afgesloten. In afbeelding 9 is de bloedstolling weergegeven. Bij de bloedstolling wordt fibrinogeen uit het bloedplasma omgezet in **fibrine**. Fibrine vormt een netwerk van draden op de wond waartussen bloedcellen blijven hangen. Als de fibrinedraden met de bloedcellen indrogen, ontstaat een korstje. Als de wond is genezen, laat het korstje los.

**Afb. 9** De bloedstolling.



Als bloed binnen de bloedvaten stolt, ontstaat een bloedprop in een bloedvat. Dit heet **trombose**. Zo'n bloedprop kan een bloedvat afsluiten, waardoor het bloed niet verder kan stromen. In het hart of de hersenen kan dat erg gevaarlijk zijn.

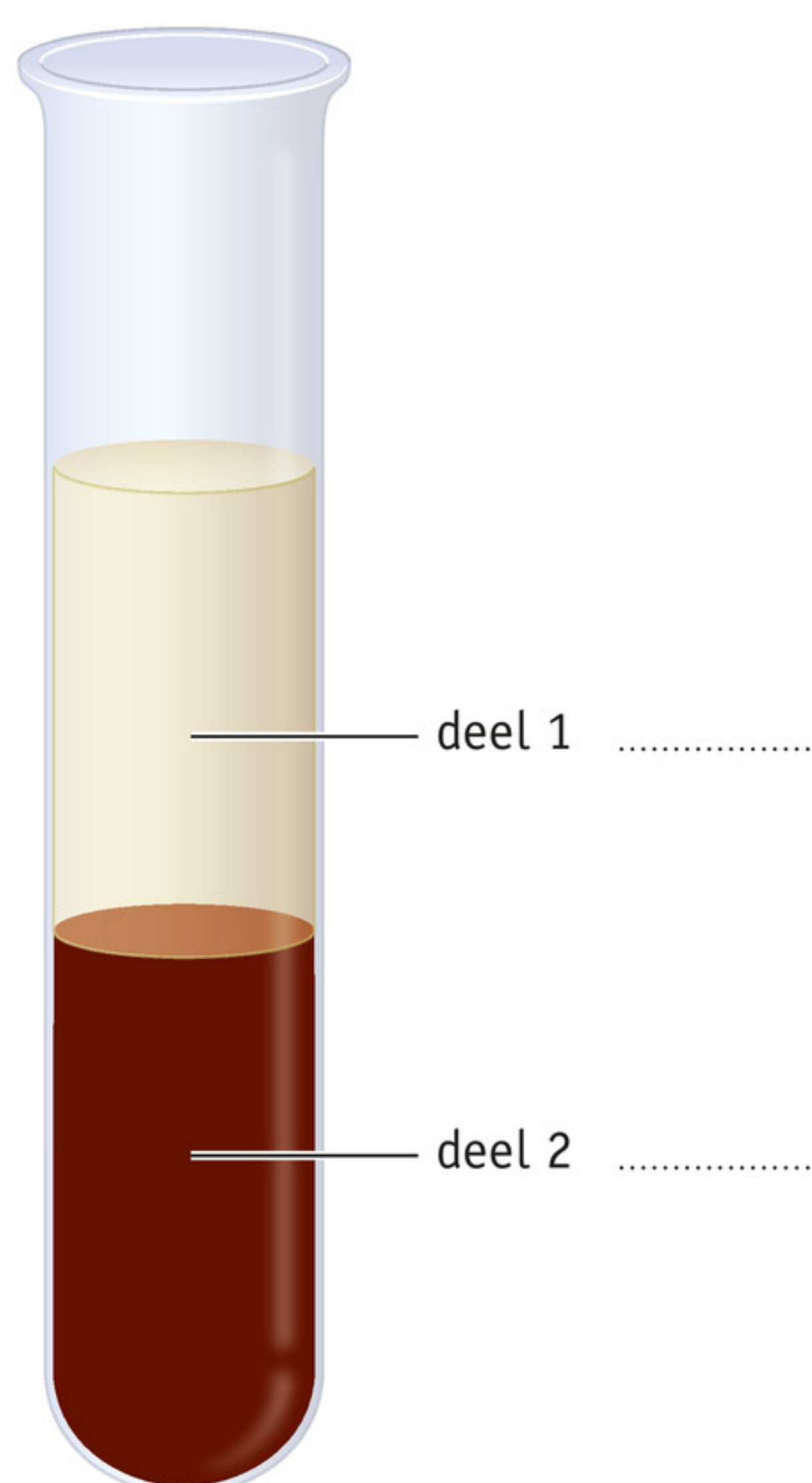


## KENNIS

1

- a Waaruit bestaat bloed?
- b In afbeelding 10 is een reageerbuis met bloed getekend. Het bloed is gescheiden in twee delen, die zijn aangegeven met 1 en 2.  
Waaruit bestaat deel 1? .....
- c Welke bestanddelen bevat deel 2?
- d Zet naast deel 1 en deel 2 de percentages.
- e Zet de vaste bestanddelen van bloed in de juiste volgorde, van veel naar weinig.

**Afb. 10** Een reageerbuis met bloed.



2

- a Welk deel van het bloed maakt ziekteverwekkers onschadelijk?
  - ☐ A bloedplaatjes
  - ☐ B bloedplasma
  - ☐ C rode bloedcellen
  - ☐ D witte bloedcellen
- b Tabaksrook bevat onder andere koolstofmonoxide. In het bloed neemt koolstofmonoxide de plaats in waar normaal zuurstof wordt vastgehouden. Aan welk deel van het bloed bindt koolstofmonoxide?
  - ☐ A bloedplaatjes
  - ☐ B bloedplasma
  - ☐ C rode bloedcellen
  - ☐ D witte bloedcellen
- c In een ontstoken wond kan etter (pus) ontstaan. Etter bestaat uit gedode bacteriën en dode *rode* / *witte* bloedcellen.
- d Bij een blauwe plek zijn bloedvaatjes beschadigd. Het bloed stolt dan in de huid, waardoor verder inwendig bloedverlies wordt voorkomen.  
Welk eiwit in bloedplasma is nodig voor bloedstolling? .....
- e Welk bestanddeel van bloed is nodig voor bloedstolling?  
*bloedplaatjes* / *rode bloedcellen* / *witte bloedcellen*



3

- a Wat gebeurt er achtereenvolgens als bloed buiten de bloedvaten komt?
- ..... Bloedplaatjes worden kleverig en hechten zich aan de bloedvatwand.
  - ..... Een bloedvat raakt beschadigd.
  - ..... Er ontstaat een propje van bloedplaatjes op de plaats van de wond.
  - ..... Fibrine vormt een netwerk van draden waartussen bloedcellen blijven hangen.
  - ..... Fibrinogeen uit het bloedplasma wordt omgezet in fibrine.
  - ..... Spieren in de wand van het bloedvat trekken zich samen.
- b Waaruit bestaat een korstje op een wond?
- c Wat is trombose?

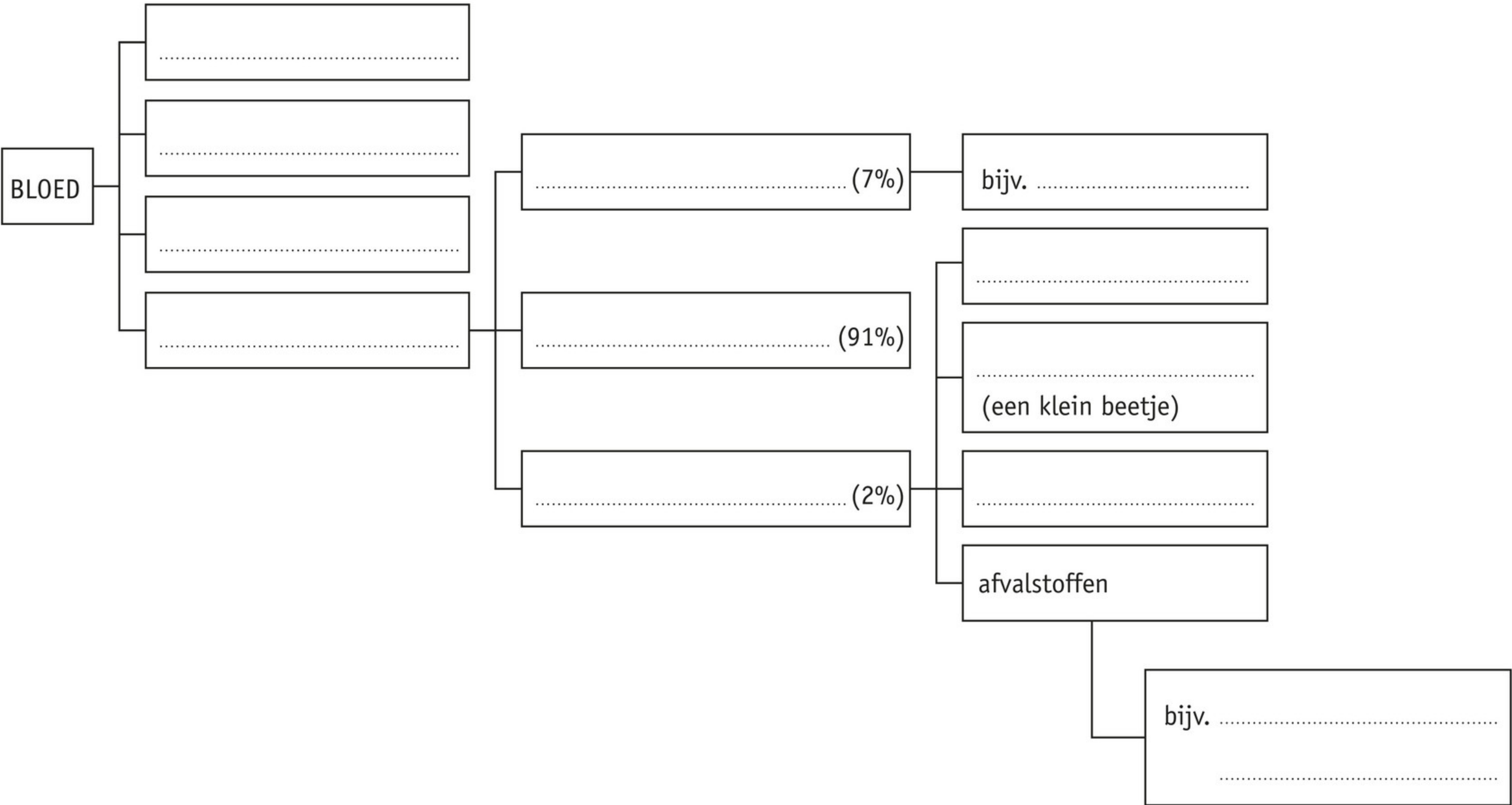
4

**Samenvatting**  
Vul de tabel en het schema in afbeelding 11 in.



|                          | Rode bloedcellen | Witte bloedcellen | Bloedplaatjes |
|--------------------------|------------------|-------------------|---------------|
| 1 Hebben ze een celkern? |                  |                   |               |
| 2 Wat is hun functie?    |                  |                   |               |

Afb. 11





## INZICHT

5

Als je bloed laat prikken, wordt het bloed opgevangen in een buisje. Onder in het buisje zit een stof. Wanneer de verpleegkundige klaar is met bloed afnemen, beweegt ze het afgesloten buisje voorzichtig heen en weer om de stof met het bloed te vermengen.

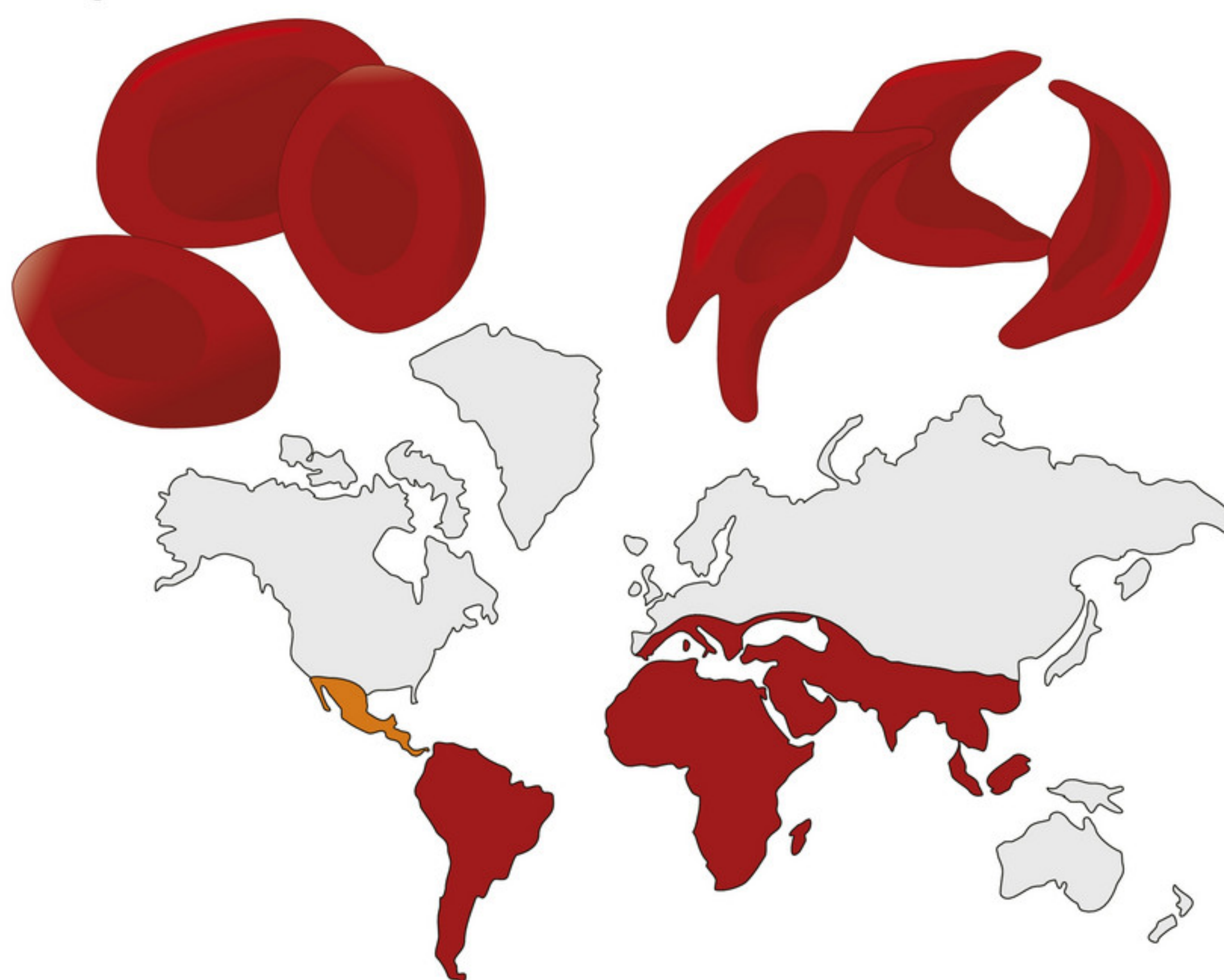
- a Waar dient de stof in het buisje voor? Leg je antwoord uit.
- b Bij mensen die bloed doneren, wordt in ongeveer een kwartier een halve liter bloed afgenomen. Het gedoneerde bloed kan aan mensen worden gegeven die een bloedtransfusie nodig hebben.  
Wanneer kan een bloedtransfusie nodig zijn? Leg je antwoord uit.
- c Waarom mag een bloeddonor zich de eerste twaalf uur nadat er bloed is afgenomen, niet te veel inspannen?

6

Sikkelcelanemie is een erfelijke ziekte waarbij abnormaal hemoglobine wordt aangemaakt. Hierdoor ontwikkelen zich rode bloedcellen die een afwijkende vorm hebben (zie afbeelding 12). Vaak hebben ze de vorm van een sikkel (de vorm van een C). Sikkelcellen kunnen wel zuurstof vervoeren. De ziekte komt veel voor in Zuid-Amerika en Afrika.

- a Sikkelcellen kunnen minder zuurstof vervoeren dan normale rode bloedcellen. Leg uit hoe dat komt.
- b Rode bloedcellen blijven ongeveer 120 dagen in het bloed en worden dan afgebroken. Sikkelcellen worden vaak al na 10 tot 20 dagen afgebroken. Het lichaam van een patiënt met sikkelcelanemie kan soms niet snel genoeg nieuwe rode bloedcellen (sikkelcellen) aanmaken om de afgebroken cellen te vervangen.  
Wat is het gevolg hiervan voor de patiënt?
- c Sikkelcellen hebben niet alleen een andere vorm, ze zijn ook minder flexibel en hebben tevens de neiging om samen te klonteren.  
Leg uit dat sikkelcelanemie bij jongeren kan leiden tot verminderde schoolprestaties.

**Afb. 12** Gebieden waar sikkelcelanemie veel voorkomt.  
gewone bloedcellen                      sikkelcellen



7

- a Waarom is trombose in het hart of in de hersenen vaak levensbedreigend?
- b Patiënten met trombose slikken antistollingsmiddelen: medicijnen die de stolling van het bloed remmen. Ze worden ook wel bloedverdunners genoemd. Deze middelen lossen een stolsel niet op. Wel helpen ze om de gevolgen te beperken en het risico op een tweede trombose een te stuk verkleinen.  
Wat kunnen de bijwerkingen zijn van antistollingsmiddelen? Leg je antwoord uit.



8

Bloedcellen en bloedplaatjes worden aangemaakt in je beenmerg. Fanconi anemie is een erfelijke ziekte waarbij het beenmerg te weinig bloedcellen en bloedplaatjes aanmaakt. Enkele symptomen die voorkomen bij Fanconi anemie zijn:

- onverklaarbare vermoeidheid
  - terugkerende verkoudheid of virale infecties
  - terugkerende neusbloedingen
  - gemakkelijk blauwe plekken krijgen
  - kortademigheid
  - bloed in ontlasting of urine
- a** Welk symptoom of welke symptomen worden veroorzaakt doordat het bloed minder rode bloedcellen bevat? Leg je antwoord uit.
- b** Welk symptoom of welke symptomen worden veroorzaakt doordat het bloed minder witte bloedcellen bevat? Leg je antwoord uit.
- c** Welk symptoom of welke symptomen worden veroorzaakt doordat het bloed minder bloedplaatjes bevat? Leg je antwoord uit.

+ 9

De nieren produceren het hormoon epo dat de aanmaak van rode bloedcellen stimuleert als het bloed minder zuurstof vervoert dan normaal.

- a** Sporters trainen soms voor een belangrijke wedstrijd een tijdje hoog in de bergen. De lucht is daar ijler en bevat minder zuurstof. Het gevolg is dat de nieren dan meer epo gaan produceren.  
Leg uit waarom de nieren dan meer epo gaan produceren.
- b** Hoewel het verboden is, injecteren duursporters soms epo om hun prestaties te verbeteren (doping). Voorbeelden van duursporten zijn wielrennen, zwemmen en marathonlopen.  
Leg uit waarom vooral duursporters voordeel hebben van extra epo.
- c** Om te controleren of een sporter epo als doping heeft gebruikt, wordt vóór de wedstrijd bloed afgenomen. Daarvan wordt het percentage rode bloedcellen bepaald. Bij een normaal persoon ligt het percentage rond de 42%. Als het percentage hoger is dan 50%, mag de sporter niet starten.  
Leg uit dat men er pas van uitgaat dat een sporter epo als doping heeft gebruikt als het percentage rode bloedcellen boven de 50% ligt.
- d** Bij een te hoog percentage rode bloedcellen kan het bloed dikker (stroperig) worden.  
Leg uit waardoor dat gevaarlijk kan zijn.



## SAMENHANG beroep

## INTERNIST-HEMATOLOOG

Renate Boersma is internist-hematoloog in het Catharina Ziekenhuis in Eindhoven. Een internist houdt zich bezig met ziekten van alle inwendige organen bij volwassen mensen. Aangezien dat een breed vakgebied is, zijn veel internisten gespecialiseerd in een bepaald ziektebeeld. Renate richt zich op het vaststellen en behandelen van ziekten van het bloed, van de bloedvormende organen en van stoornissen in de bloedstolling (hematologie). Een groot deel van haar werktijd is ze te vinden op de polikliniek. Dat is de afdeling waar mensen terecht kunnen voor medisch onderzoek of voor een kleine behandeling waarvoor ze niet in het ziekenhuis hoeven te blijven. Ze onderzoekt patiënten en stelt de oorzaak van een ziekte of van klachten vast. Volgens Renate is dat vaak een puzzel. Ze moet daarom goed luisteren naar het verhaal van de patiënt. Ook overlegt ze veel met collega-internisten, patiënten en hun familie. Wanneer Renate de oorzaak van de klachten heeft gevonden, behandelt ze de klachten of de ziekte en schrijft ze medicatie voor.

Afb. 13 Renate in gesprek met een patiënt.



10

Lees de tekst 'Internist-hematoloog'.

- a** Renate krijgt een patiënt op bezoek die lijdt aan de ziekte van Glanzmann. Dat is een erfelijke aandoening waardoor bepaalde eiwitten ontbreken op het oppervlak van de bloedplaatjes. Deze eiwitten zorgen ervoor dat bij een verwonding de bloedplaatjes aan elkaar kleven.

Wat is het gevolg van het ontbreken van de eiwitten op het oppervlak van de bloedplaatjes?

- b** De volgende patiënt van Renate lijdt aan hairy cell leukemie (HCL). Leukemie is een vorm van kanker waarbij kwaadaardige witte bloedcellen in het beenmerg zich heel snel delen. De leukemiecellen functioneren niet als normale witte bloedcellen. Daarnaast belemmeren ze de aanmaak van normale witte bloedcellen, rode bloedcellen en bloedplaatjes in het beenmerg. Bij HCL heeft een bepaald type witte bloedcellen uitsteekseltjes rondom de cellen die ze een 'harig' uiterlijk geven. Dat is zichtbaar met een microscoop.

Leg uit waardoor de patiënt met HCL steeds vermoeid en duizelig is, en kortademig bij lichamelijke activiteiten.

- c** Iemand met HCL heeft vaker infecties dan gezonde mensen.

Leg uit hoe dat komt.

- d** Om de oorzaak van klachten of een ziekte te kunnen vaststellen, laat Renate het bloed van haar patiënten onderzoeken. Het bloedonderzoek dat artsen het meest aanvragen, is bloedbezinking (BSE). Hierbij wordt de snelheid gemeten waarmee de rode bloedcellen door de zwaartekracht naar beneden zakken in een rechtopstaand, smal buisje met bloed. De lengte van de kolom bloedplasma wordt na één uur tijd gemeten en uitgedrukt in millimeters per uur (mm/uur). Bij gezonde mensen bezinken de rode bloedcellen minder snel dan bij mensen die ergens in het lichaam een ontsteking of infectie hebben.

Leg uit dat de uitslag van de bloedbezinking bedoeld is om een arts te helpen bij het stellen van een diagnose.



## 2 De bloedsomloop

### LEERDOELEN

3.2.2 Je kunt drie typen bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

3.2.3 Je kunt in het bloedvatenstelsel van de mens slagaders en aders benoemen.

3.2.4 Je kunt de kleine en grote bloedsomloop onderscheiden met hun functies.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |                 |                  |        |
|------------|--------------------------|-----------------|------------------|--------|
|            | 3.2.2                    | 3.2.3           | 3.2.4            | 3.1.1* |
| Onthouden  | 1e                       | 3abd            |                  |        |
| Begrijpen  | 1abcd, 2, 5              | 3ce, 5          | 4, 5             |        |
| Toepassen  | 6a, 12bd                 |                 | 8a, 10b          | 6c     |
| Analyseren | 10a, 11, 12ac            | 6d, 7a, 9b, 10d | 7ab, 8b, 9a, 10c | 6b     |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Het bloed vervoert nuttige stoffen naar alle cellen. Afvalstoffen uit de cellen worden door het bloed afgevoerd. Een sterk vertakt netwerk van bloedvaten bereikt alle plaatsen in je lichaam.**

### BLOEDVATEN

Het bloedvatenstelsel van de mens bestaat uit het hart en de bloedvaten. Door het hele lichaam lopen grote en kleine bloedvaten. Het hart pompt het bloed door de bloedvaten. De weg die het bloed door het lichaam aflegt, noem je de **bloedsomloop**.

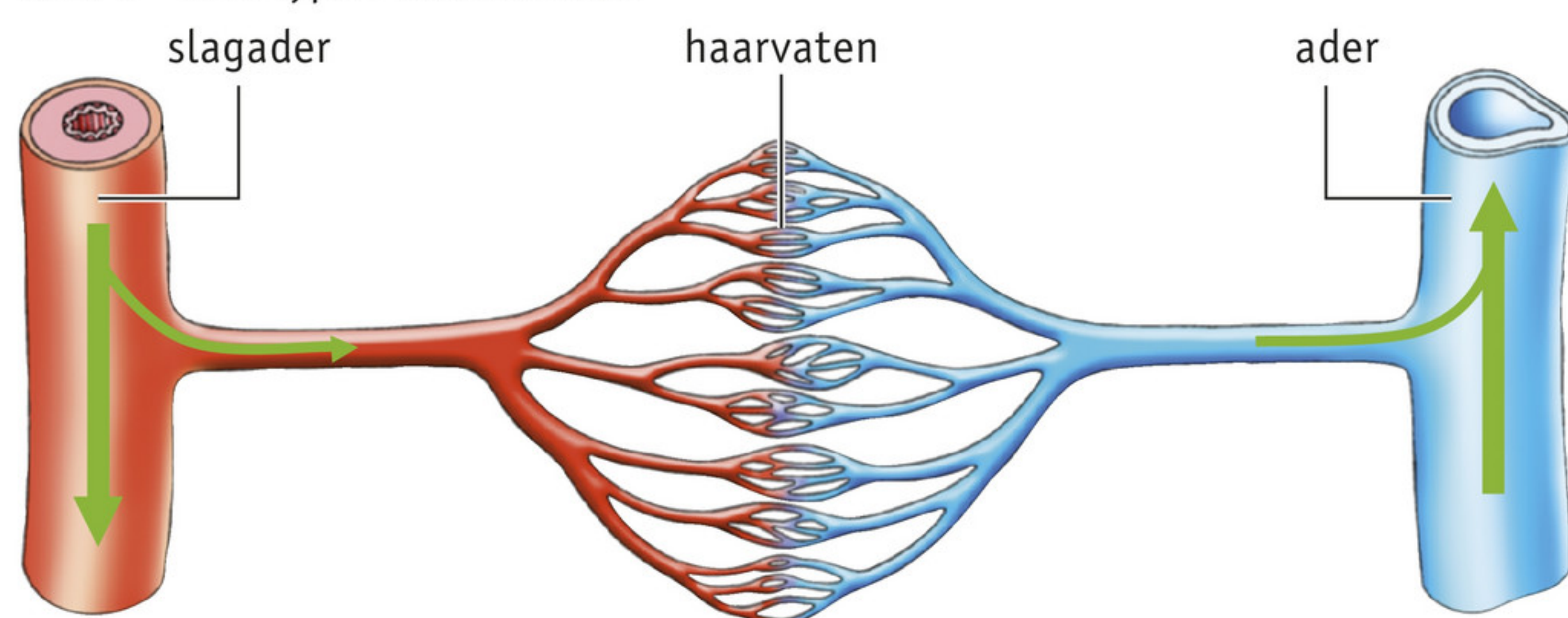
Er zijn drie typen bloedvaten: slagaders, haarvaten en aders (zie afbeelding 1).

Het hart pompt het bloed in de **slagaders**. Door de slagaders stroomt het bloed met kracht weg van het hart, naar de organen toe.

In de organen vertakken de slagaders zich in steeds fijnere bloedvaten (zie afbeelding 2). De wand van de bloedvaten wordt daarbij steeds dunner. De kleinste bloedvaatjes noem je **haarvaten**. De wand van de haarvaten is maar één cellaag dik.

De haarvaten komen weer samen in grotere bloedvaten: de **aders**. Door de aders stroomt het bloed terug naar het hart.

**Afb. 1** Drie typen bloedvaten.



**Afb. 2** De bloedvaten in een hand.



### HET BLOEDVATENSTELSEL

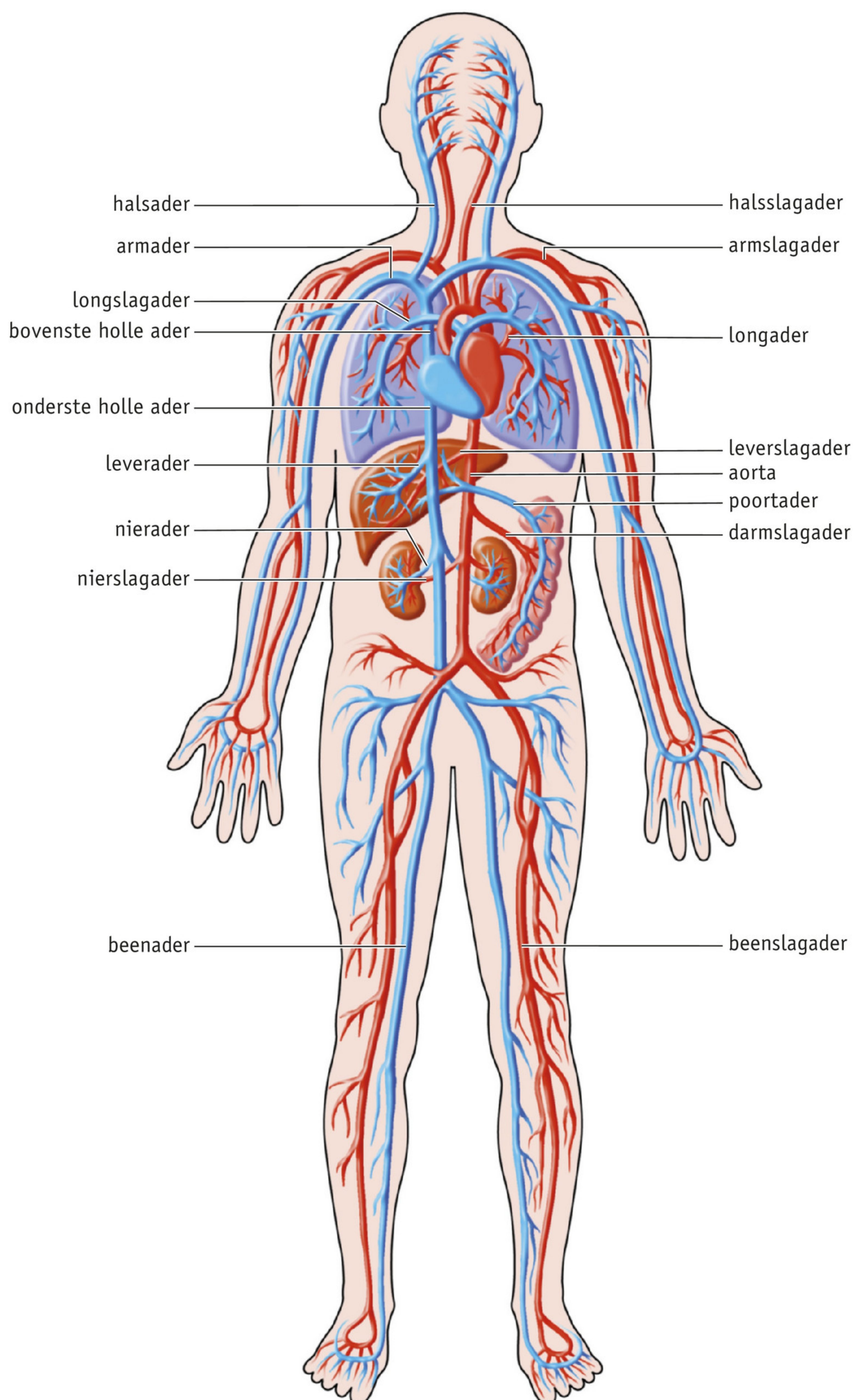
In afbeelding 3 is het **bloedvatenstelsel** van de mens getekend. De haarvaten zijn weggelaten. In de roodgekleurde bloedvaten is het bloed zuurstofrijk. Het bloed in de blauwgekleurde bloedvaten is zuurstofarm. In het echt is zuurstofrijk bloed helderrood en zuurstofarm bloed donkerrood.



Slagaders en aders hebben de naam van het orgaan waar ze bloed naartoe of vanaf voeren. Door de beenslagaders bijvoorbeeld stroomt bloed naar de benen toe; door de beenaders stroomt bloed uit de benen weg. Twee aders en een slagader van het hart hebben afwijkende namen: onderste holle ader, bovenste holle ader en aorta.

Nog een uitzondering is de **poortader**. Deze ader vervoert bloed uit de wand van het darmkanaal naar de lever. Dit bloed is zuurstofarm, want in het darmkanaal is zuurstof verbruikt voor de verbranding. In de dunne darm worden voedingsstoffen opgenomen in het bloed. De samenstelling van het bloed in de poortader kan hierdoor sterk wisselen: na een maaltijd bevat het bloed veel voedingsstoffen.

**Afb. 3** Het bloedvatenstelsel van de mens.





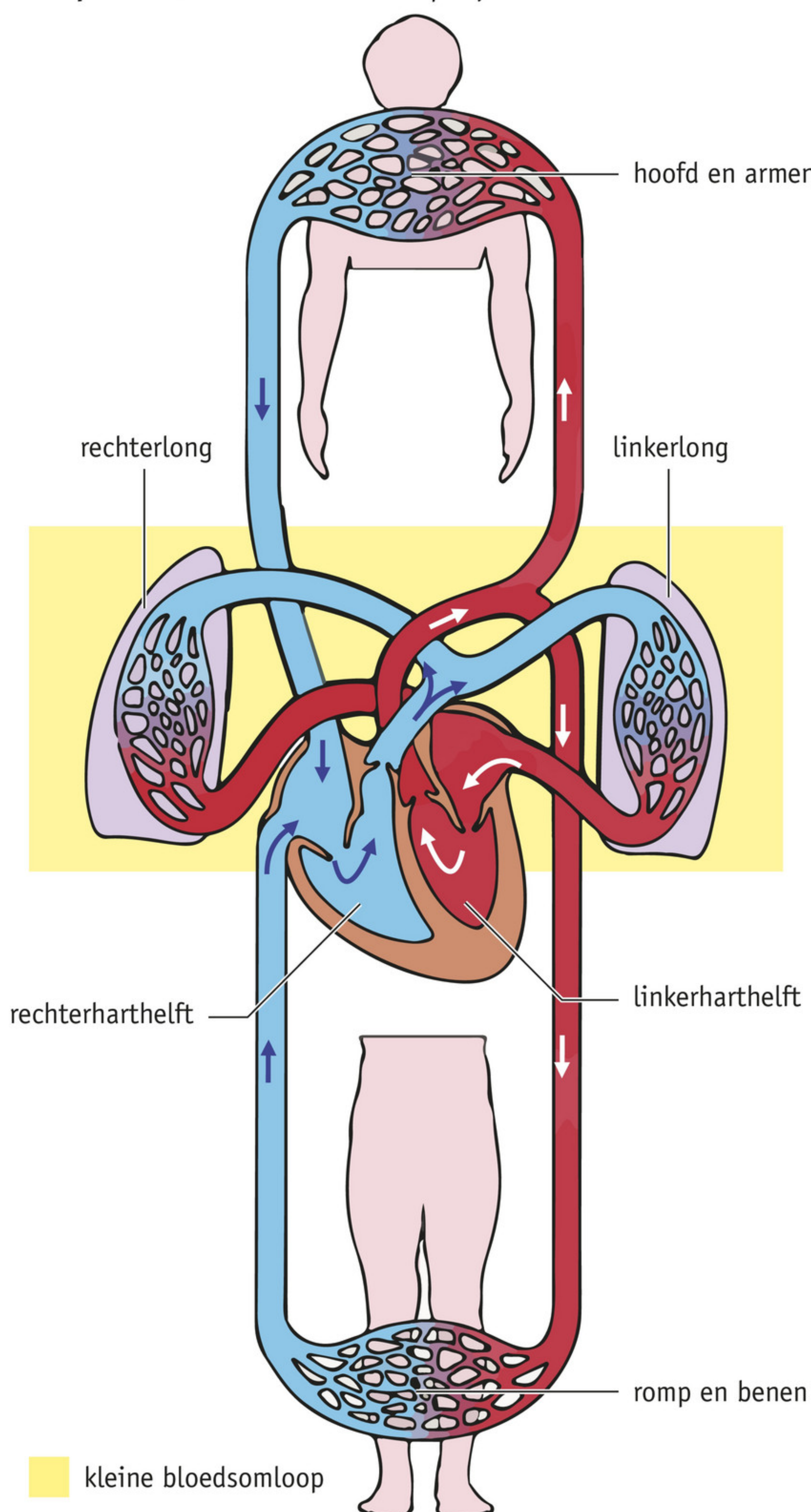
## DUBBELE BLOEDSOMLOOP

Het hart is een dubbele pomp. De rechterhelft van het hart pompt het bloed naar de rechterlong en de linkerlong. Vanuit de beide longen stroomt het bloed weer terug naar het hart. Dit deel van de bloedsomloop heet de **kleine bloedsomloop** (zie afbeelding 4). In de kleine bloedsomloop wordt zuurstof opgenomen in het bloed en koolstofdioxide afgegeven aan de lucht. Dit gebeurt in de longen.

Vanuit de kleine bloedsomloop komt het bloed in de linkerharthelft. Deze harthelft pompt het bloed door de organen in het hele lichaam. Vanuit de organen stroomt het bloed weer terug naar de rechterharthelft. Dit deel van de bloedsomloop heet de **grote bloedsomloop**. In de grote bloedsomloop worden zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) afgegeven aan de cellen en koolstofdioxide en andere afvalstoffen opgenomen in het bloed.

Per omloop stroomt het bloed twee keer door het hart. Daarom noem je de bloedsomloop bij mensen een **dubbele bloedsomloop**. Een dubbele bloedsomloop komt voor bij zoogdieren en vogels.

**Afb. 4** De dubbele bloedsomloop bij de mens.





## SLAGADERS

Het hart pompt het bloed in de slagaders. Daardoor is de bloeddruk op de wand van slagaders hoog. De wanden van de slagaders zijn daarom dik, gespierd en elastisch (zie afbeelding 5).

Als het hart bloed in de slagaders perst, zetten de slagaders uit. Daarna veren ze weer terug. Dat kun je bijvoorbeeld voelen aan je pols (de polsslag). In de polsen ligt een slagader vlak onder de huid. De meeste slagaders liggen dieper in het lichaam, waar ze niet gemakkelijk beschadigen.

**Afb. 5** Ader en slagader (dwarsdoorsnede).



## HAARVATEN

In de haarvaten neemt de bloeddruk sterk af. Door de dunne wand van de haarvaten kan vocht met zuurstof en voedingsstoffen de haarvaten verlaten naar de cellen toe. Ook witte bloedcellen kunnen een haarvat door de wand heen verlaten.

De cellen verbruiken zuurstof en voedingsstoffen bij de verbranding. Daarbij komen koolstofdioxide en andere afvalstoffen vrij. Vocht met koolstofdioxide en andere afvalstoffen kan door de dunne wand heen in de haarvaten worden opgenomen.

## ADERS

De haarvaten verenigen zich tot aders. De bloeddruk in de aders is laag. De wanden van de aders zijn dan ook dunner en minder elastisch dan die van de slagaders (zie afbeelding 5). In de aders is geen hartslag meer voelbaar. De aders liggen meestal minder diep in het lichaam. Je kunt ze in je handen zien als blauwige strepen (zie afbeelding 6).

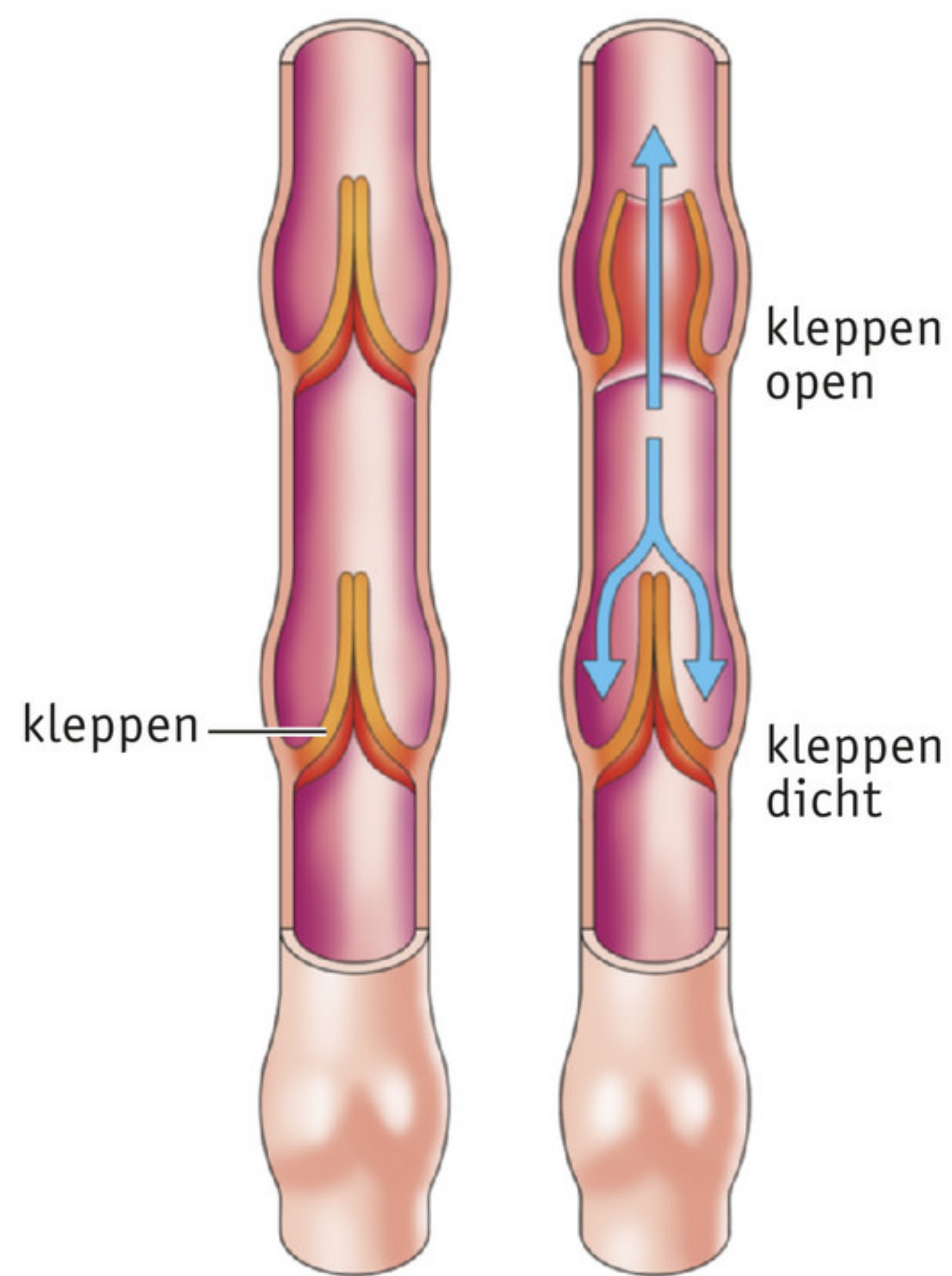
**Afb. 6** Aders.





Het hart zuigt het bloed uit de aders terug. Veel aders bevatten **kleppen**, vooral de aders in armen en benen. De aderkleppen laten het bloed slechts in één richting door (zie afbeelding 7). Hierdoor helpen de kleppen mee het bloed terug te voeren naar het hart. Ze voorkomen dat het bloed door de zwaartekracht terugstroomt naar de organen.

**Afb. 7** Kleppen.

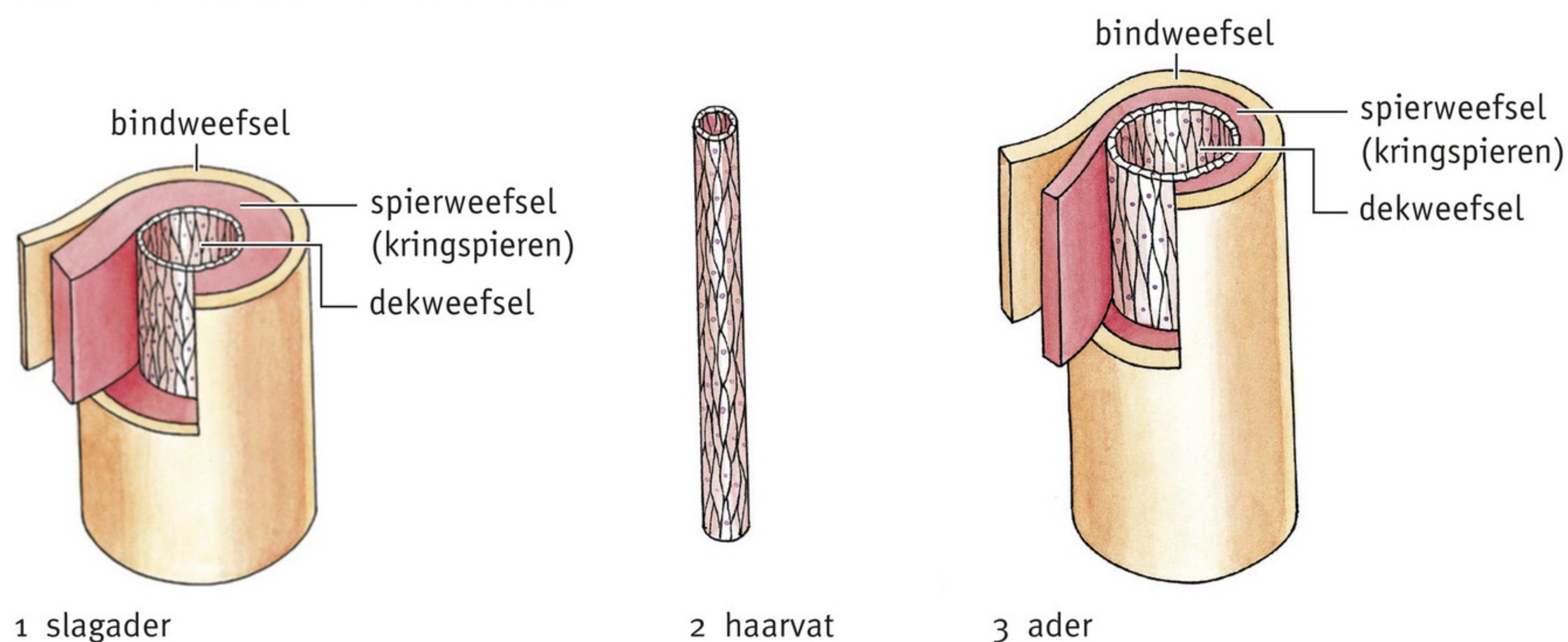


1 lengtedoorsnede      2 werking van de aderkleppen

## WEEFSELS

In afbeelding 8 is de opbouw van een slagader, haarvat en ader aangegeven. Slagaders hebben een wand met een laag **dekweefsel** met daaromheen een dikke laag **spierweefsel** en aan de buitenkant **bindweefsel**. Bij aders is de laag spierweefsel dunner.

**Afb. 8** De verschillende bloedvaten.



1 slagader

2 haarvat

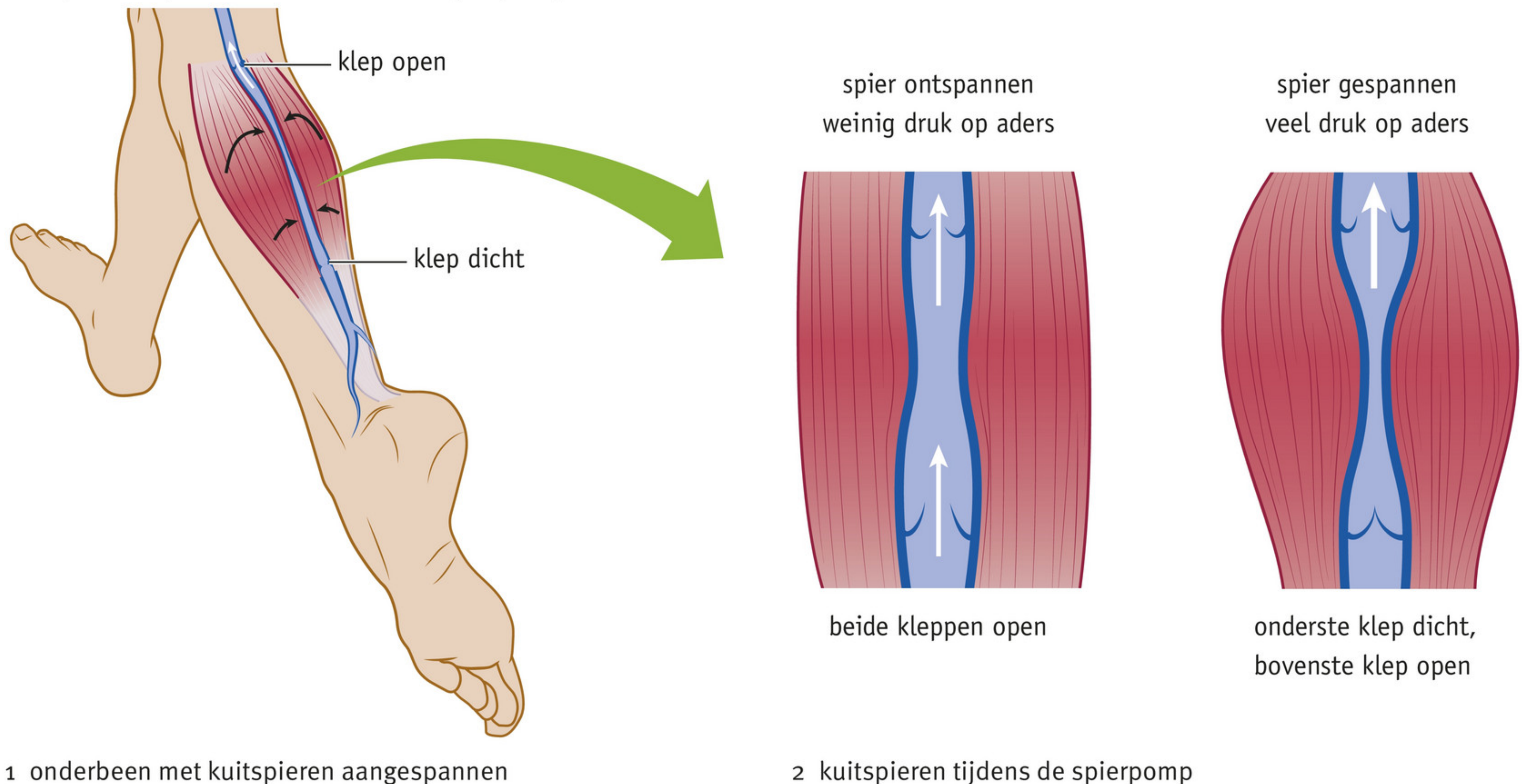
3 ader



**SPIERPOMP**

Door middel van het aanspannen en ontspannen van spieren (de **spierpomp**), bijvoorbeeld in de kuitsen, ontstaat er afwisselend veel en weinig druk op de aders (zie afbeelding 9). De kleppen in de aders zorgen ervoor dat het bloed in de juiste richting stroomt.

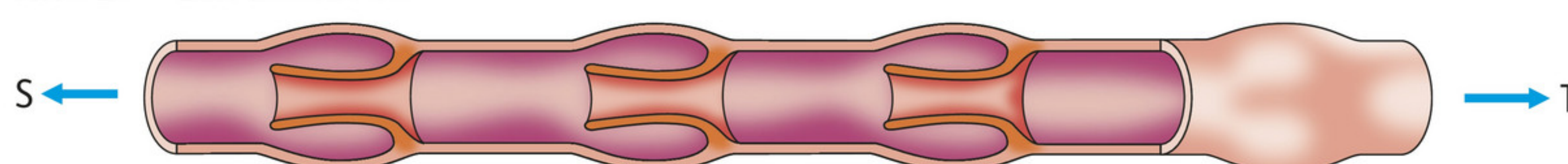
**Afb. 9** Kuitspieren werken als een 'spierpomp'.

**KENNIS**

1

- a** Een bloedvat met een dikke gespierde wand transporteert zuurstofrijk bloed. Over welk type bloedvat gaat deze zin?
  - ☐ A ader
  - ☐ B haarvat
  - ☐ C slagader
- b** Waardoor is een slagaderlijke bloeding gevaarlijker dan een bloeding uit een ader?
- c** In afbeelding 10 is een bloedvat schematisch getekend. Is dit bloedvat een ader, een haarvat of een slagader? Leg je antwoord uit.
- d** In welke richting kan het bloed door dit bloedvat stromen: in de richting van pijl S, in de richting van pijl T of in beide richtingen? Leg je antwoord uit.
- e** Aderkleppen zorgen ervoor dat bloed uit de armen en benen richting het hart stroomt. Wat zorgt er nog meer voor dat het bloed uit de armen en benen naar het hart stroomt?

**Afb. 10** Een bloedvat.



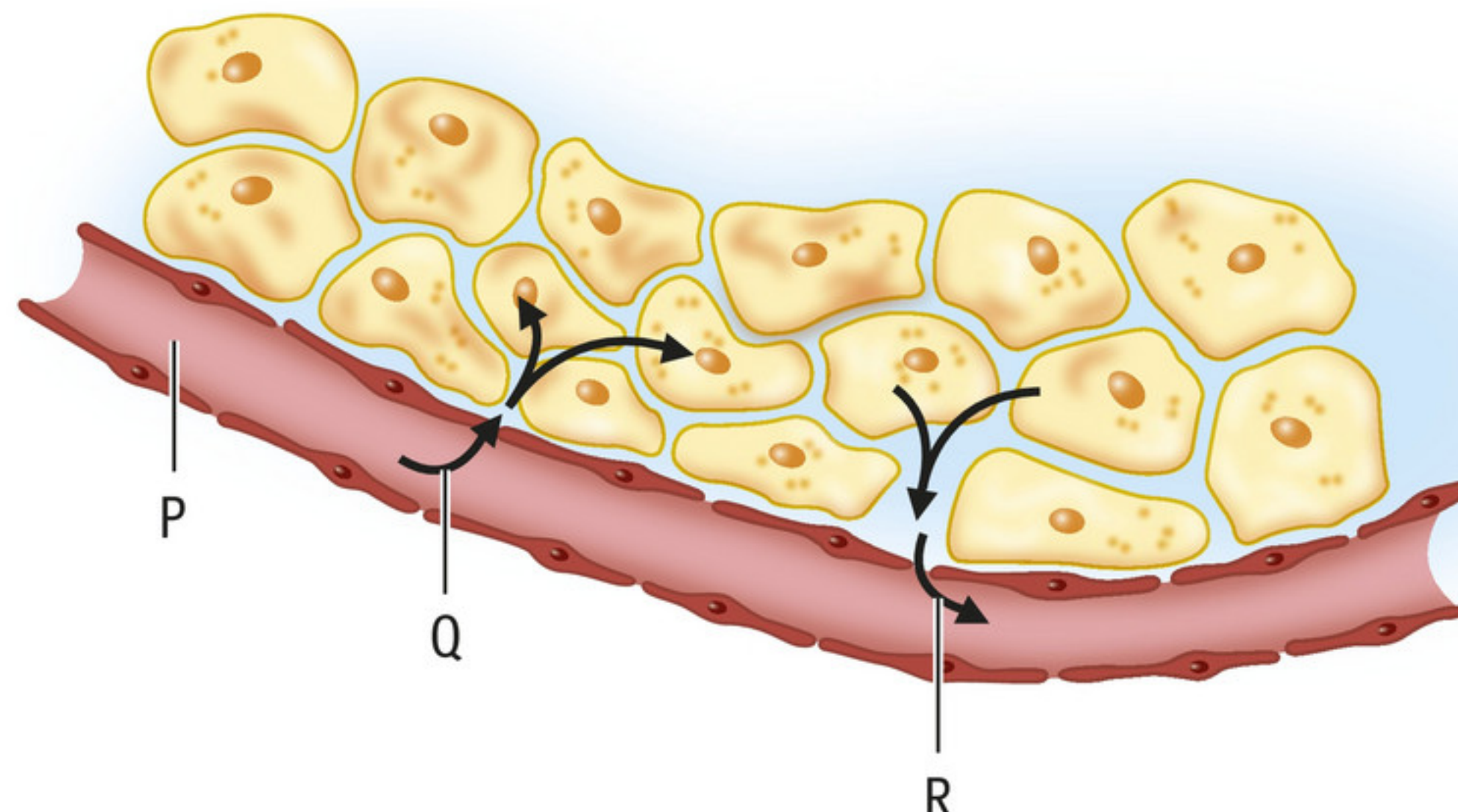


2

In afbeelding 11 is een stukje weefsel met een bloedvat getekend.

- a Bloedvat P is een *ader* / *haaryat* / *slagader*.
- b Welke stoffen gaan bij pijl Q vanuit het bloedvat naar het weefsel?
- c Welke stoffen gaan bij pijl R vanuit het weefsel naar het bloedvat?

**Afb. 11** Een stukje weefsel met een bloedvat.



3

In de meeste slagaders stroomt zuurstofrijk bloed.

- a In welke slagaders stroomt zuurstofarm bloed? Leg je antwoord uit.
- b In welke aders stroomt zuurstofrijk bloed? Leg je antwoord uit.
- c
  - Door welke ader stroomt zuurstofarm bloed naar de lever? door de .....
  - Door welke slagader stroomt zuurstofrijk bloed naar de lever? door de .....
- d Het bloed dat van de darmwand naar de lever wordt gevoerd, is zuurstofarm. Hoe komt dat?
- e In welke ader bevat het bloed na een maaltijd veel voedingsstoffen? Leg je antwoord uit.

4

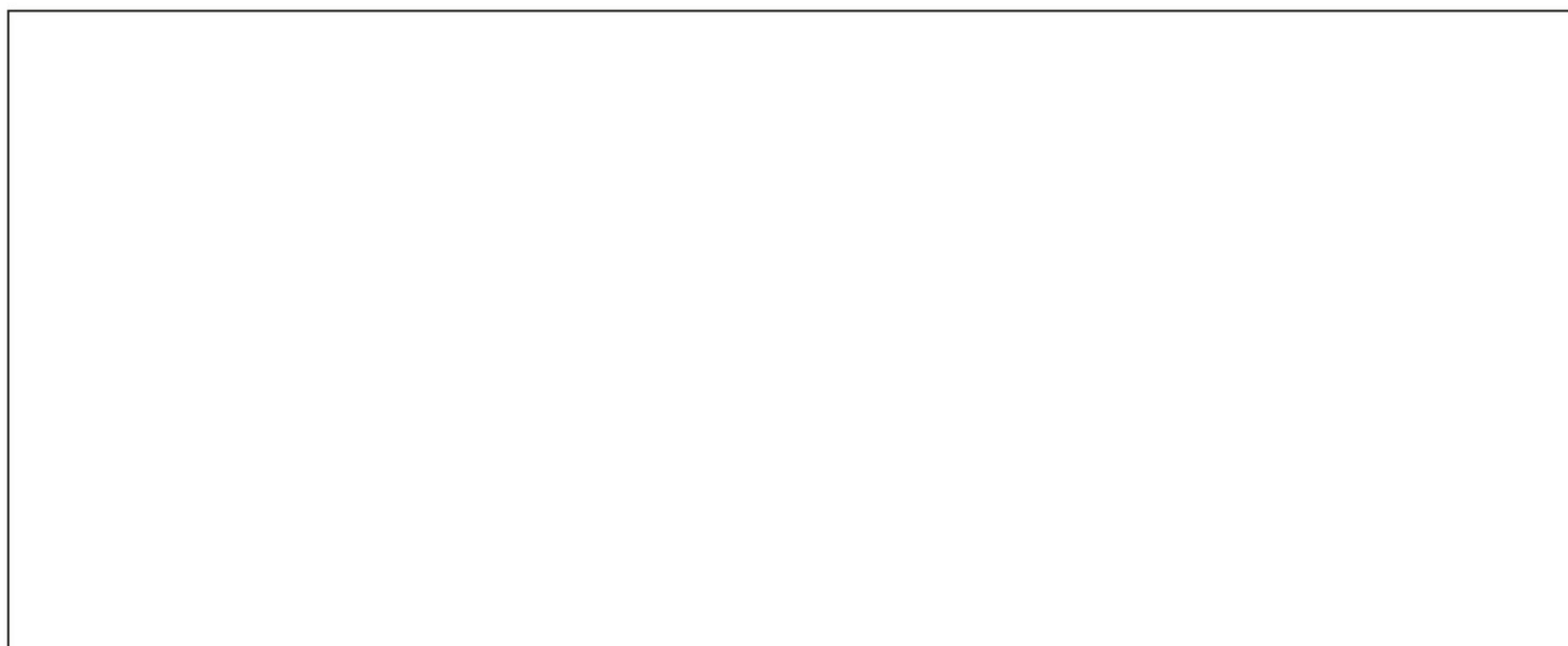
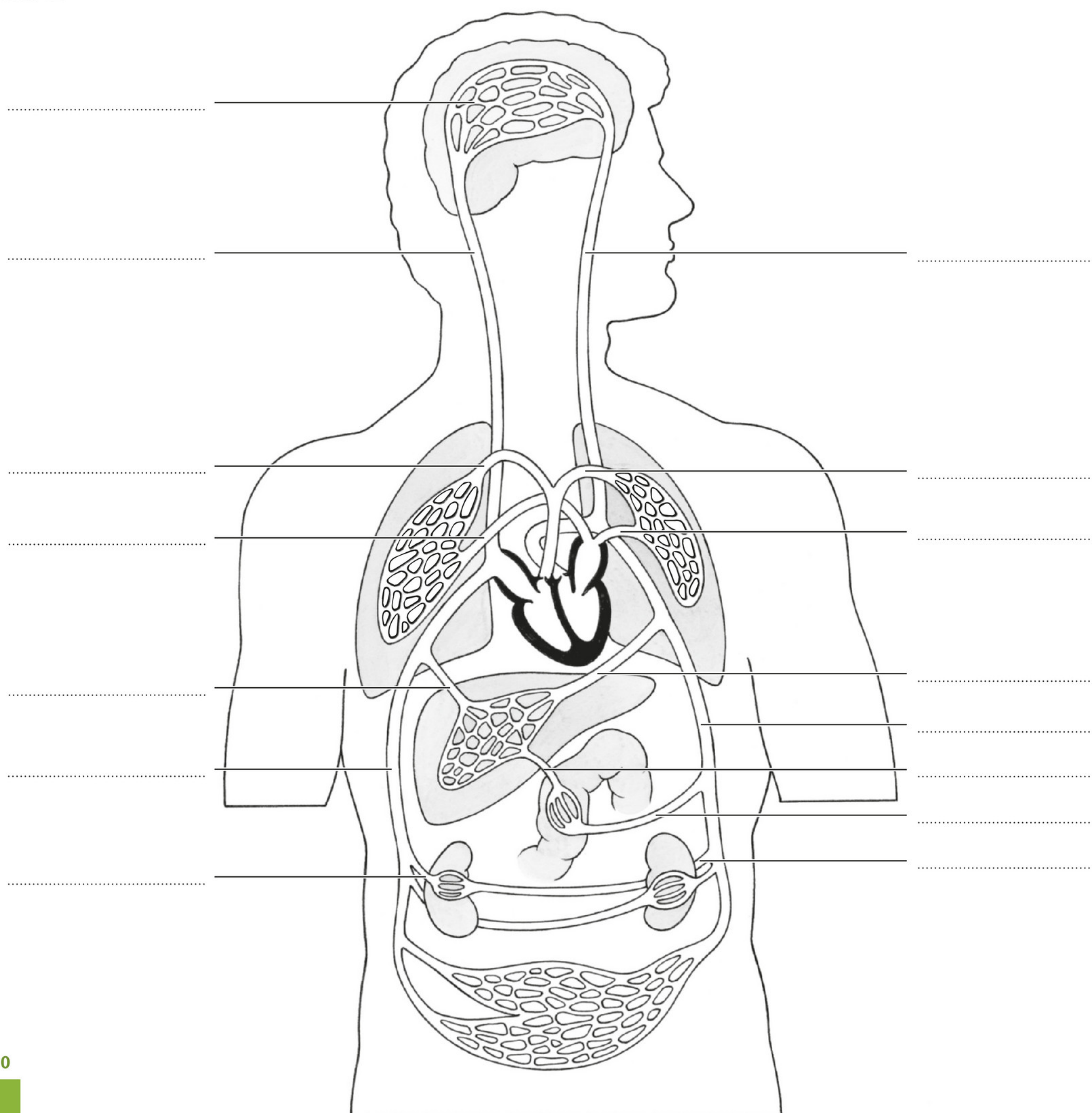
- a Waarom is de bloedsomloop van een mens een dubbele bloedsomloop?
- b Welke (slag)aders van en naar het hart horen bij de grote bloedsomloop?
  - ☐ A aorta
  - ☐ B bovenste holle ader
  - ☐ C longaders
  - ☐ D longslagaders
  - ☐ E onderste holle ader
- c Welke twee functies heeft de kleine bloedsomloop?
- d Welke functies heeft de grote bloedsomloop?



5

**Samenvatting**

- Maak een tekening van de drie typen bloedvaten met hun kenmerken.
- Geef ook de stroomrichting van het bloed weer in de tekening.
- Zet de namen bij de bloedvaten in afbeelding 12.
- Geef met pijlen aan in welke richting het bloed stroomt.
- Markeer de namen van de bloedvaten waar zuurstofarm bloed doorheen stroomt.
- Kleur de bloedvaten van de kleine bloedsomloop.

**Afb. 12**



## INZICHT

6

Steekmuggen voeden zich met plantensap en nectar. Maar als de vrouwtjes eitjes gaan aanmaken, hebben ze daarvoor bloed van mensen of dieren nodig. Eén bloedmaaltijd van drie minuten is genoeg voor een legsel van vijftig tot honderd eitjes. Een vrouwtjesmug doet dat vijf tot tien keer in haar leven. Met haar steeksnuut zuigt ze bloed op uit haarvaten in de huid.

- a Waardoor zijn haarvaten voor muggen geschikter om bloed uit te zuigen dan aders en slagaders?
- b De jeuk van een muggenbult ontstaat doordat het dier bij het steken speeksel achterlaat. Dat speeksel bevat zo'n twintig eiwitten die onder meer de bloedvaatjes verwijden.

Leg uit waarom dat noodzakelijk is om voldoende bloed te kunnen opzuigen.

- c Andere eiwitten in het speeksel van de mug maken het mogelijk dat de mug drie minuten bloed kan blijven zuigen. Normaal gesproken is dat niet mogelijk als bloed buiten de bloedvaten komt.

Wat is de functie van deze eiwitten?

- d Malariamuggen behoren tot de steekmuggen. Ze injecteren via hun speeksel kiemen van de malariaparasiet in gezonde mensen. Via het bloed komen deze kiemen in de lever terecht om zich daar verder te ontwikkelen.

Een malariamug steekt Lucas in zijn kuit.

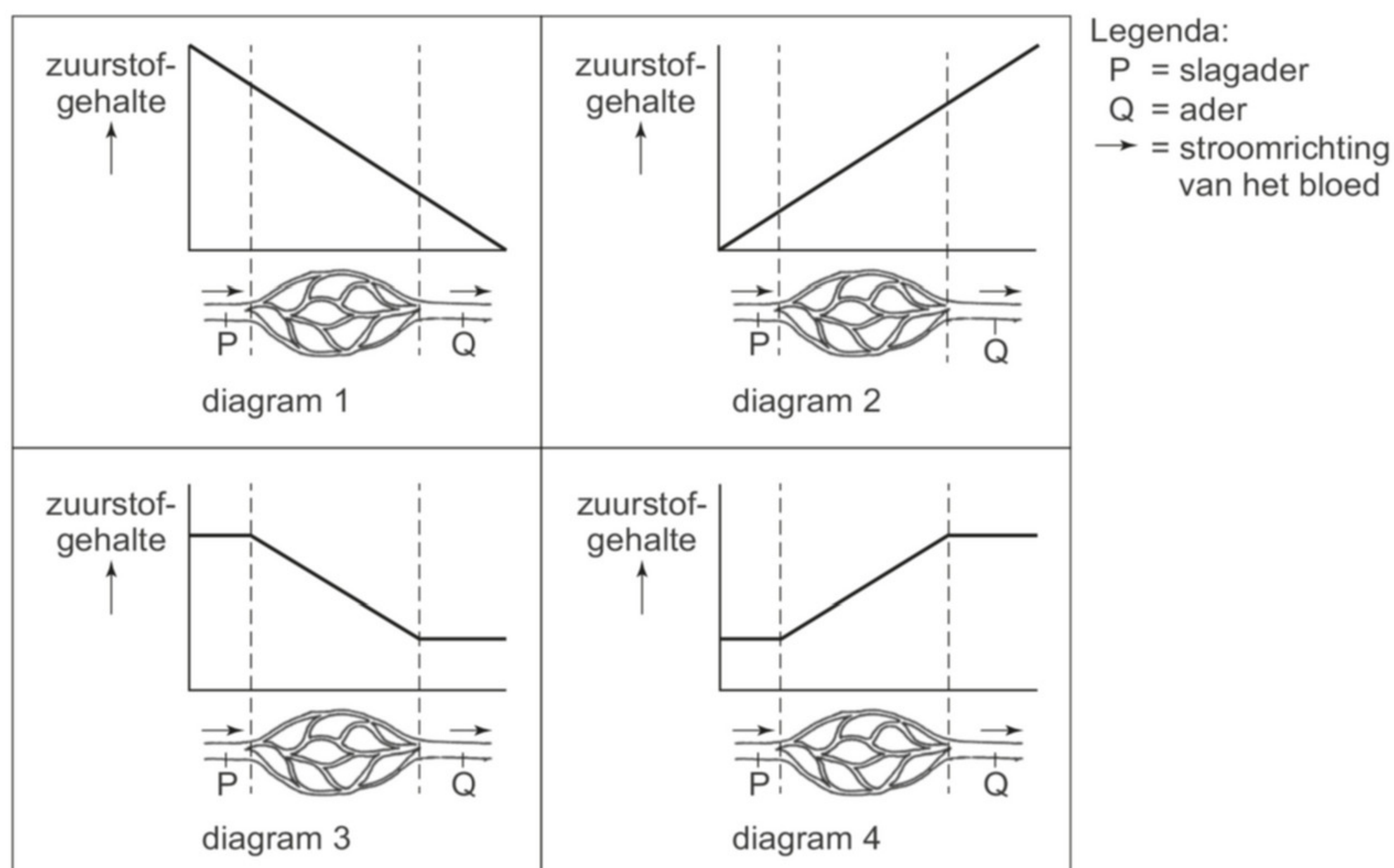
Langs welke route komen de kiemen van de malariaparasiet in de lever terecht?

7

In afbeelding 13 zie je vier diagrammen over het zuurstofgehalte van het bloed in en rond organen.

- a Welk diagram hoort bij de grote bloedsomloop? Leg je antwoord uit.
- b Welk diagram hoort bij de kleine bloedsomloop? Leg je antwoord uit.

**Afb. 13** Zuurstofgehalte in en rond organen.

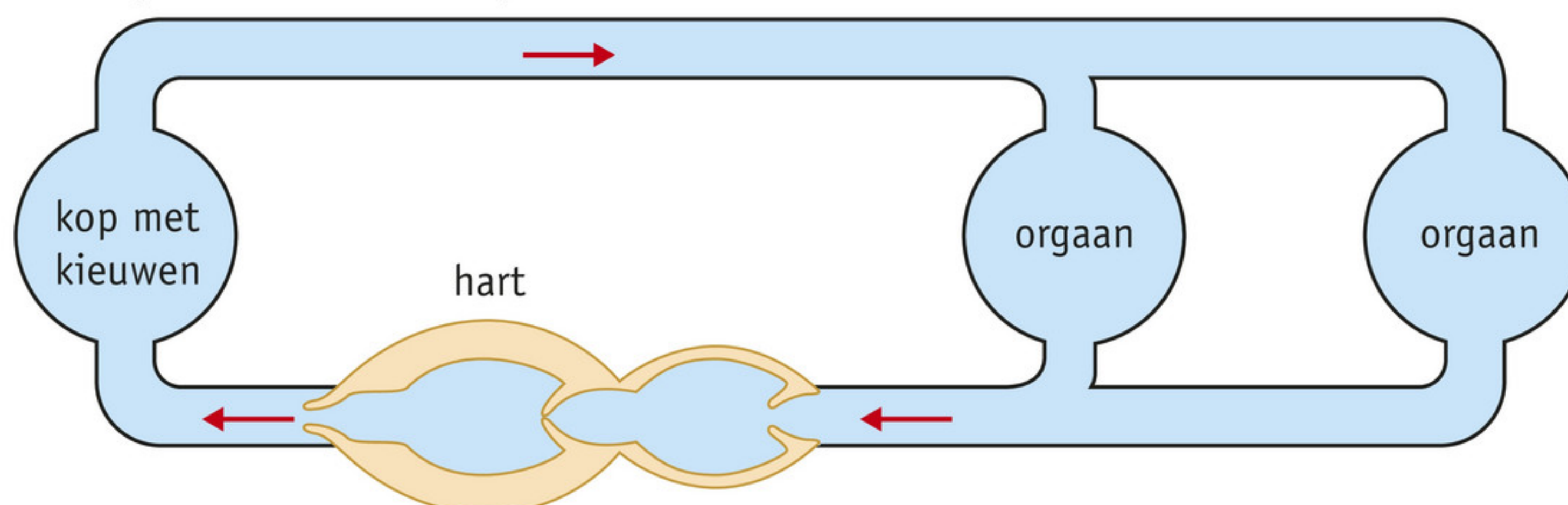




8

- a** In afbeelding 14 is de bloedsomloop van een vis schematisch getekend. Heeft een vis een dubbele bloedsomloop? Leg je antwoord uit.
- b** Vissen verhogen de stroomsnelheid van hun bloed door hun lichaam te bewegen. Leg uit waarom dat bij vissen meer nodig is dan bij dieren met een dubbele bloedsomloop.

**Afb. 14** De bloedsomloop van een vis.



9

Bij de mens liggen haarvaten in het weefsel van de hartspier.

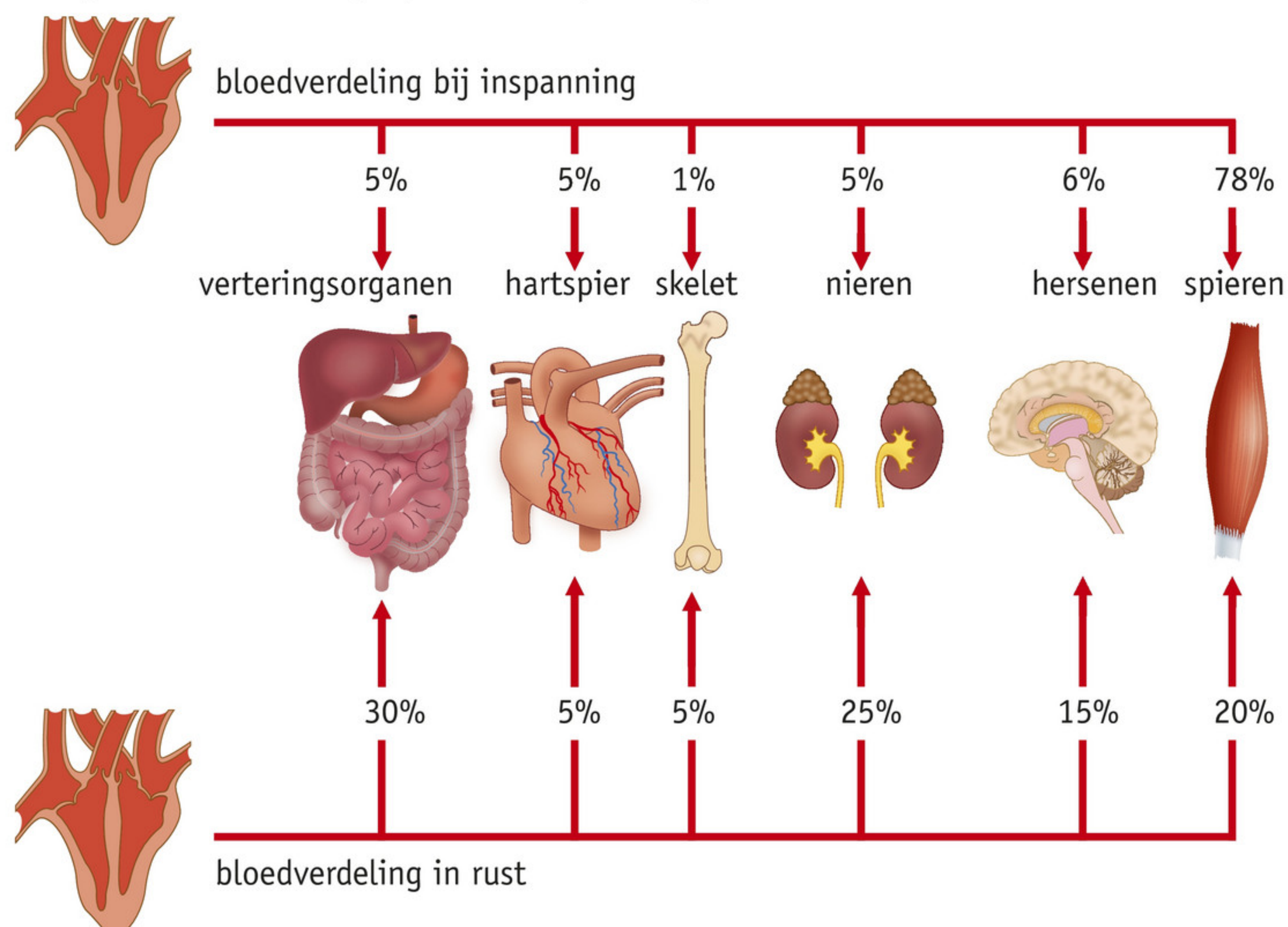
- a** Horen deze haarvaten bij de grote bloedsomloop, de kleine bloedsomloop of bij beide? Leg je antwoord uit.
- b** Dylan slikt een medicijn voor zijn nieren. De werkzame stof wordt via de darmwand opgenomen in het bloed.
- Alle werkzame stof bereikt de lever. *juist / onjuist*
  - Alle werkzame stof bereikt de nieren. *juist / onjuist*
  - Het medicijn bereikt de longen eerder dan de nieren. *juist / onjuist*

10

In afbeelding 15 kun je zien dat het bloed dat door het hart wordt weggepompt, niet altijd op dezelfde manier wordt verdeeld over de organen.

- a** Op welke manier regelen de slagaders dat er meer of minder bloed naar een orgaan stroomt?
- b** Leg uit waardoor er veel meer bloed naar de spieren stroomt bij inspanning.
- c** Waar is de temperatuur van het bloed hoger bij inspanning: als het bloed de spier instroomt of als het bloed de spier uitstroomt? Leg je antwoord uit.
- d** Leg met behulp van de gegevens in de afbeelding uit waardoor je voedsel minder goed kunt verteren als je vlak na een maaltijd intensief gaat inspannen.

**Afb. 15** Bloedverdeling bij rust en inspanning.





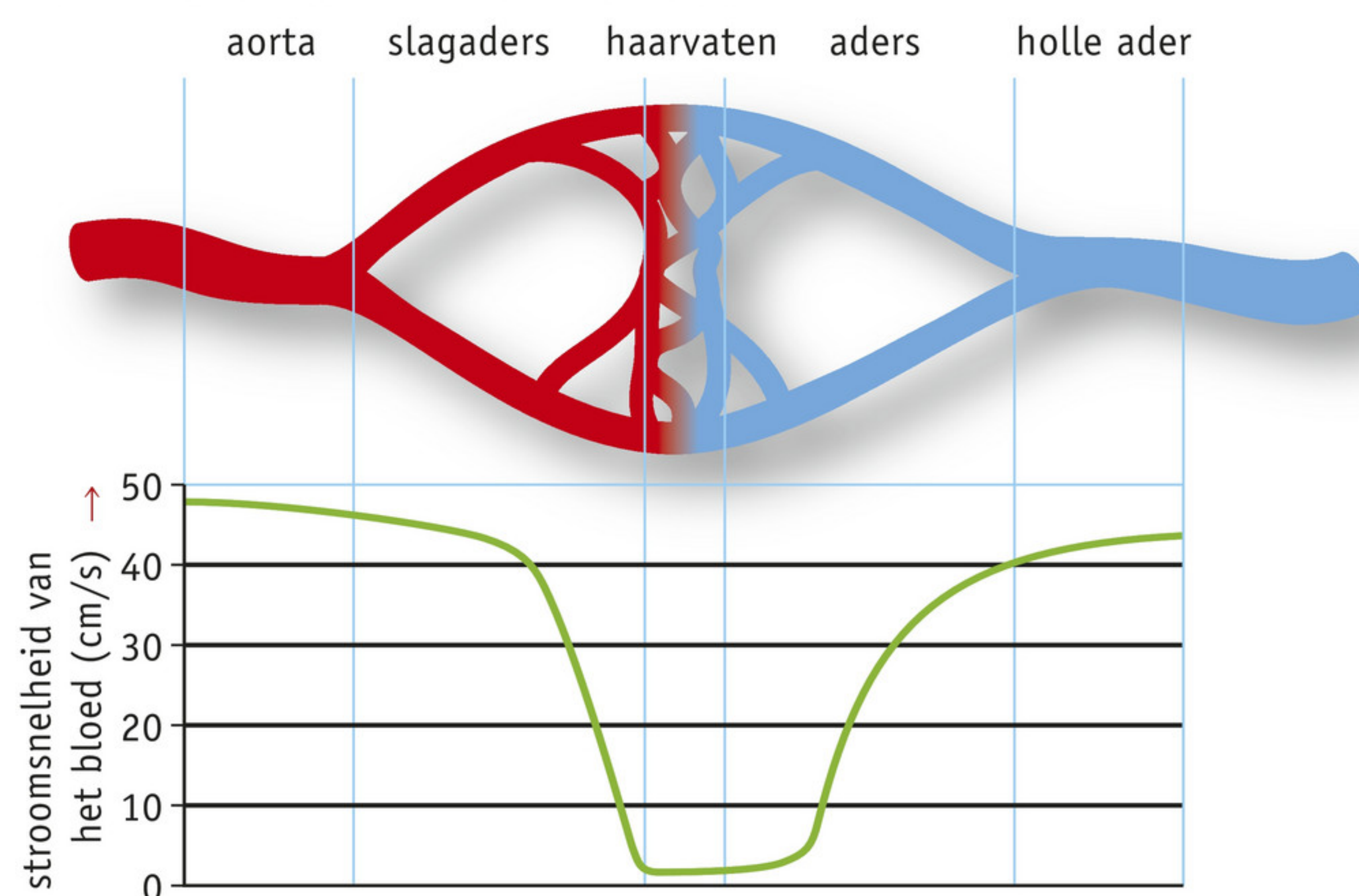
+ 11

In afbeelding 16 is een grafiek getekend waarin de stroomsnelheid van het bloed in de verschillende typen bloedvaten is weergegeven.

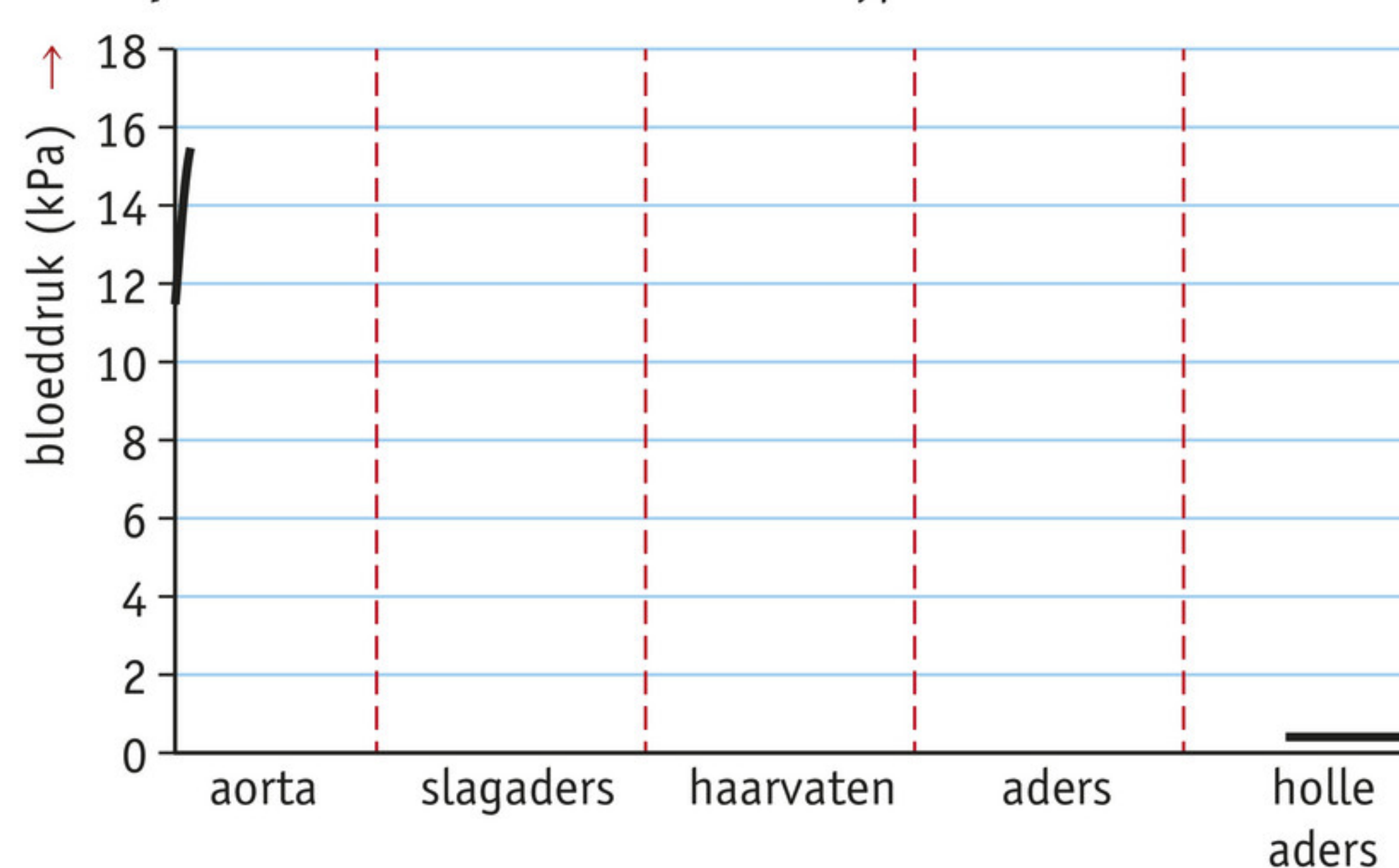
- a** In welke bloedvaten is de stroomsnelheid van het bloed het laagst? Leg uit waarom dat gunstig is.
- b** Waardoor neemt de stroomsnelheid eerst af en daarna weer toe?
- c** In de grafiek van afbeelding 17 worden op de x-as de verschillende typen bloedvaten weergegeven. Op de y-as is de bloeddruk aangegeven in kPa: de eenheid waarmee druk wordt weergegeven. Het zwarte lijntje aan de linkerkant in de grafiek geeft weer hoe hoog de bloeddruk is als het bloed door het hart in de aorta wordt gepompt. Het zwarte lijntje aan de rechterkant geeft weer wat de bloeddruk is als het bloed bij het hart aankomt.

Teken in de grafiek het verloop van de bloeddruk tussen het zwarte lijntje links en het zwarte lijntje rechts. Leg uit waarom je de grafiek zo hebt getekend.

**Afb. 16** Stroomsnelheid van het bloed.



**Afb. 17** Bloeddruk in verschillende typen bloedvaten.





## SAMENHANG wetenschap

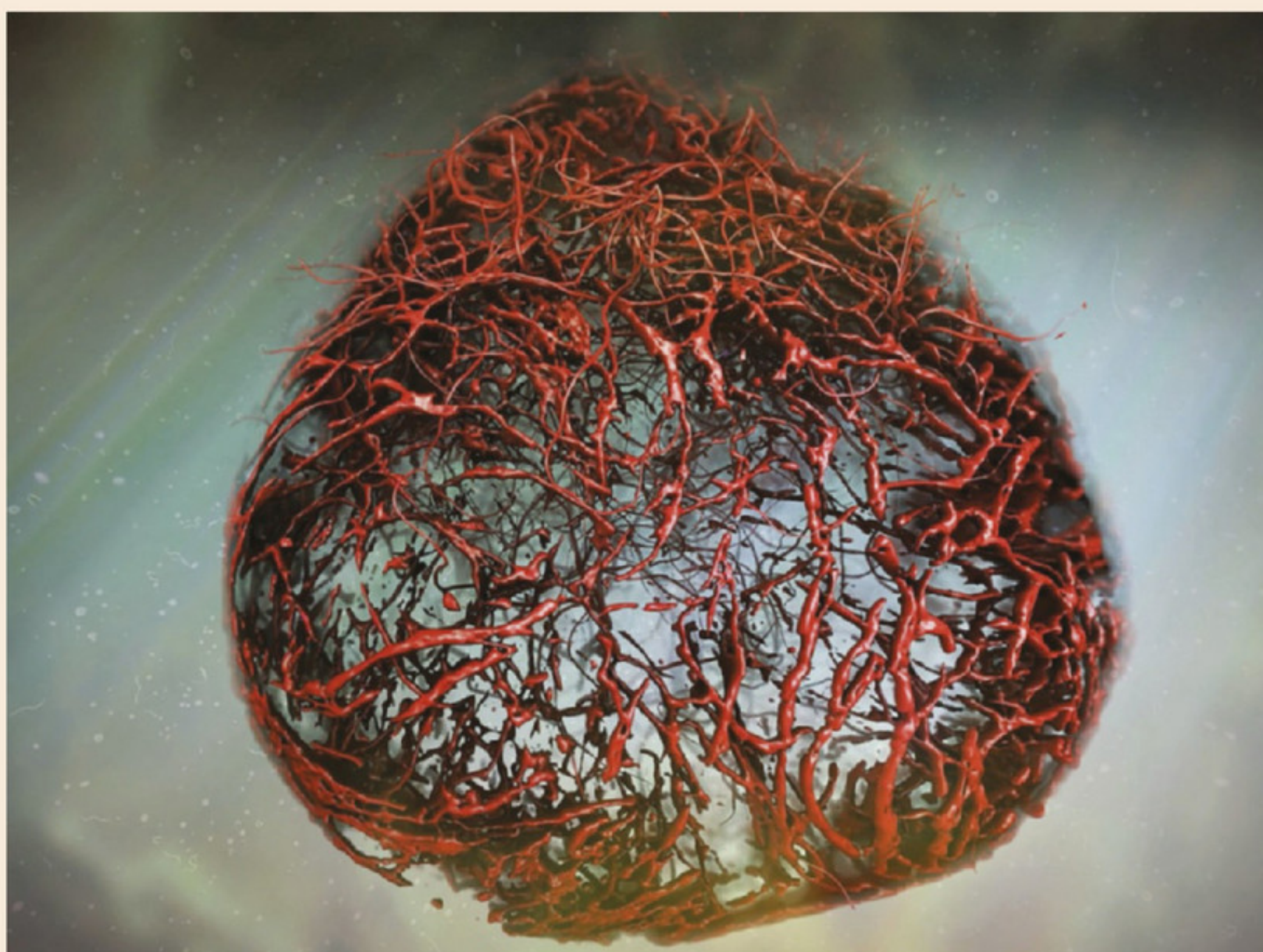
**BLOEDVATEN IN EEN PETRISCHAALTJE**

Wetenschappers zijn erin geslaagd om in een petrischaal perfecte menselijke bloedvaten te laten groeien als organoïden. Organoïden zijn orgaanachtige structuren die in een lab zijn gekweekt uit stamcellen. Ze lijken qua bouw en stofwisseling op echte organen en zijn daardoor heel geschikt voor medisch onderzoek naar de oorzaak van bijvoorbeeld hart- en vaatziekten, of van bloedvatveranderingen bij de ziekte van Alzheimer en diabetes. Ook nieuwe medicijnen worden getest op de organoïden.

Bij een onderzoek waren de omstandigheden in de petrischaal vergelijkbaar met die in het lichaam van een diabetespatiënt. De onderzoekers zagen dat het dekweefsel van de bloedvatorganoïden onder die omstandigheden veel dikker werd. Uit ander onderzoek is bekend dat ook bij diabetespatiënten het dekweefsel in de bloedvaten veel dikker wordt. Hierdoor ontstaan gezondheidsproblemen zoals nierfalen, hartaanvallen, beroerten, blindheid en vaatziekten die tot amputaties kunnen leiden. Door te achterhalen wat de veranderingen in de bloedvaten van diabetespatiënten veroorzaakt, hopen de onderzoekers nieuwe behandelingen en medicijnen tegen diabetes te kunnen ontwikkelen en testen.

*Bron: Nature 2019.*

**Afb. 18** In het laboratorium gekweekte bloedvaten.



12

Lees de tekst 'Bloedvaten in een petrischaaltje'.

- a** Welke voordelen heeft het om organoïden te gebruiken voor onderzoek? Noteer er twee.
- b** Bij diabetespatiënten wordt het dekweefsel in de bloedvaten veel dikker waardoor gezondheidsproblemen ontstaan.  
Leg uit hoe dikker dekweefsel in de haarvaten gezondheidsproblemen kan veroorzaken.
- c** Waarom zijn de gezondheidsproblemen bij diabetes zo verschillend?
- d** Welk type bloedvaten moet vooral worden onderzocht om de gezondheidsproblemen bij diabetes te kunnen voorkomen? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 3 Het hart

## LEERDOELEN

3.3.5 Je kunt de delen van het hart en de aansluitende bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

3.3.6 Je kunt beschrijven hoe een hartslag verloopt.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |                 |        |        |         |
|------------|--------------------------|-----------------|--------|--------|---------|
|            | 3.3.5                    | 3.3.6           | 3.1.1* | 3.2.3* | 3.2.4*  |
| Onthouden  | 1                        |                 |        |        |         |
| Begrijpen  | 2, 4                     | 3, 4            |        |        | 2bc     |
| Toepassen  | 5c, 6e, 7b, 8b, 9a, 11a  | 5ab, 8b, 11cd   |        | 6ce    | 6ac, 7a |
| Analyseren | 6d, 8a, 9b, 10           | 7d, 8a, 10, 11b | 6b     | 10a    | 7c      |

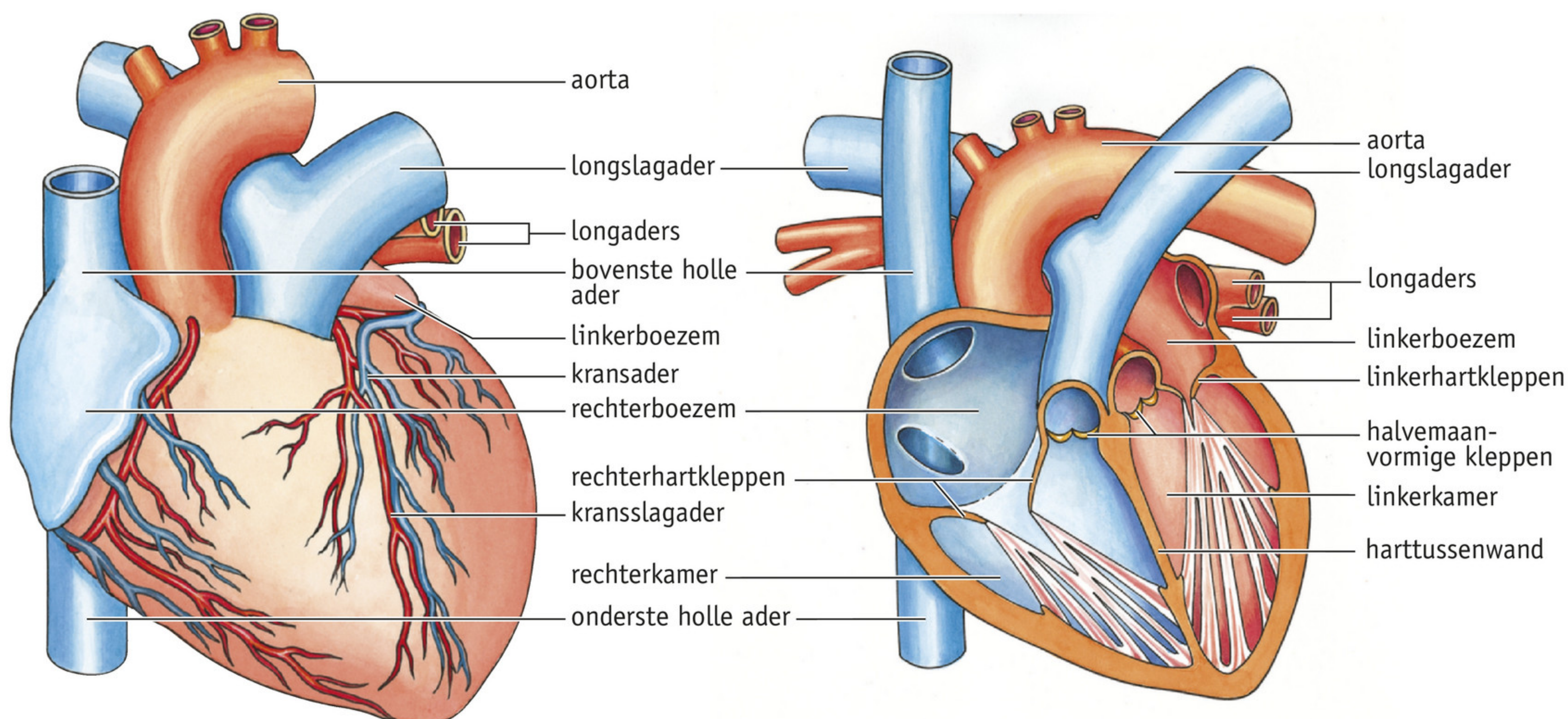
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Het hart ligt in de borstholte, iets naar links onder het borstbeen. Een hart is ongeveer zo groot als een vuist. De hartspier trekt gemiddeld zeventig keer per minuut samen.**

## DE BOUW VAN HET HART

Het hart is een holle spier. Over het hart lopen kransslagaders en kransaders (zie afbeelding 1.1). Door de **kransslagaders** stroomt bloed, dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen, naar de hartspier. De kransslagaders zijn aftakkingen van de aorta. Door de **kransaders** stroomt bloed, dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen, weg van de hartspier. De kransaders monden uit in de rechterboezem. Het hart bestaat uit twee boezems en twee kamers (zie afbeelding 1.2). De **harttussenwand** vormt de scheiding tussen de linkerhelft en de rechterhelft van het hart.

**Afb. 1** Het hart.



1 buitenaanzicht

2 lengtedoorsnede

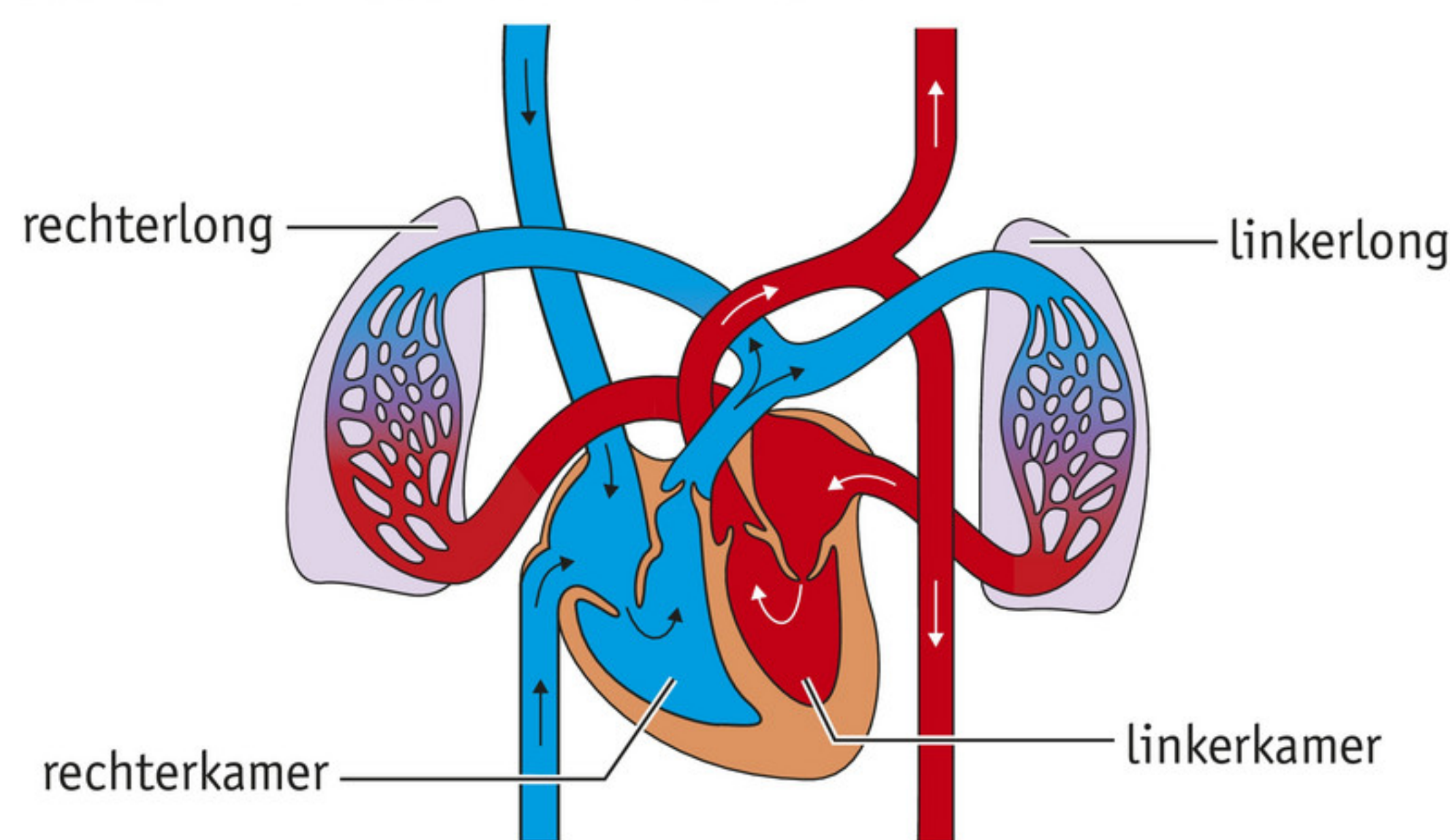


Uit de organen in het hoofd en uit de armen stroomt zuurstofarm bloed het hart binnen via de **bovenste holle ader** (zie afbeelding 2). Uit de organen in de romp en uit de benen stroomt zuurstofarm bloed het hart binnen via de **onderste holle ader**. Beide holle aders en de kransaders monden uit in de **rechterboezem**. Van de rechterboezem stroomt het zuurstofarme bloed naar de rechterkamer.

De **rechterkamer** pompt het bloed in de **longslagaders**. In de longen wordt het bloed zuurstofrijk. Dit bloed stroomt via de **longaders** terug naar het hart. De longaders monden uit in de **linkerboezem**.

Van de linkerboezem stroomt het zuurstofrijke bloed naar de linkerkamer. De **linkerkamer** pompt het bloed via de **aorta** naar alle organen van het lichaam. Daar wordt het bloed zuurstofarm. Door de onderste en de bovenste holle ader stroomt het zuurstofarme bloed weer terug naar het hart.

**Afb. 2** Bloedstroom door het hart.



Een boezem en een kamer zijn van elkaar gescheiden door **hartkleppen**. Deze verhinderen dat het bloed terugstroomt van de kamers naar de boezems (zie afbeelding 3).

**Afb. 3** Werking van de hartkleppen.



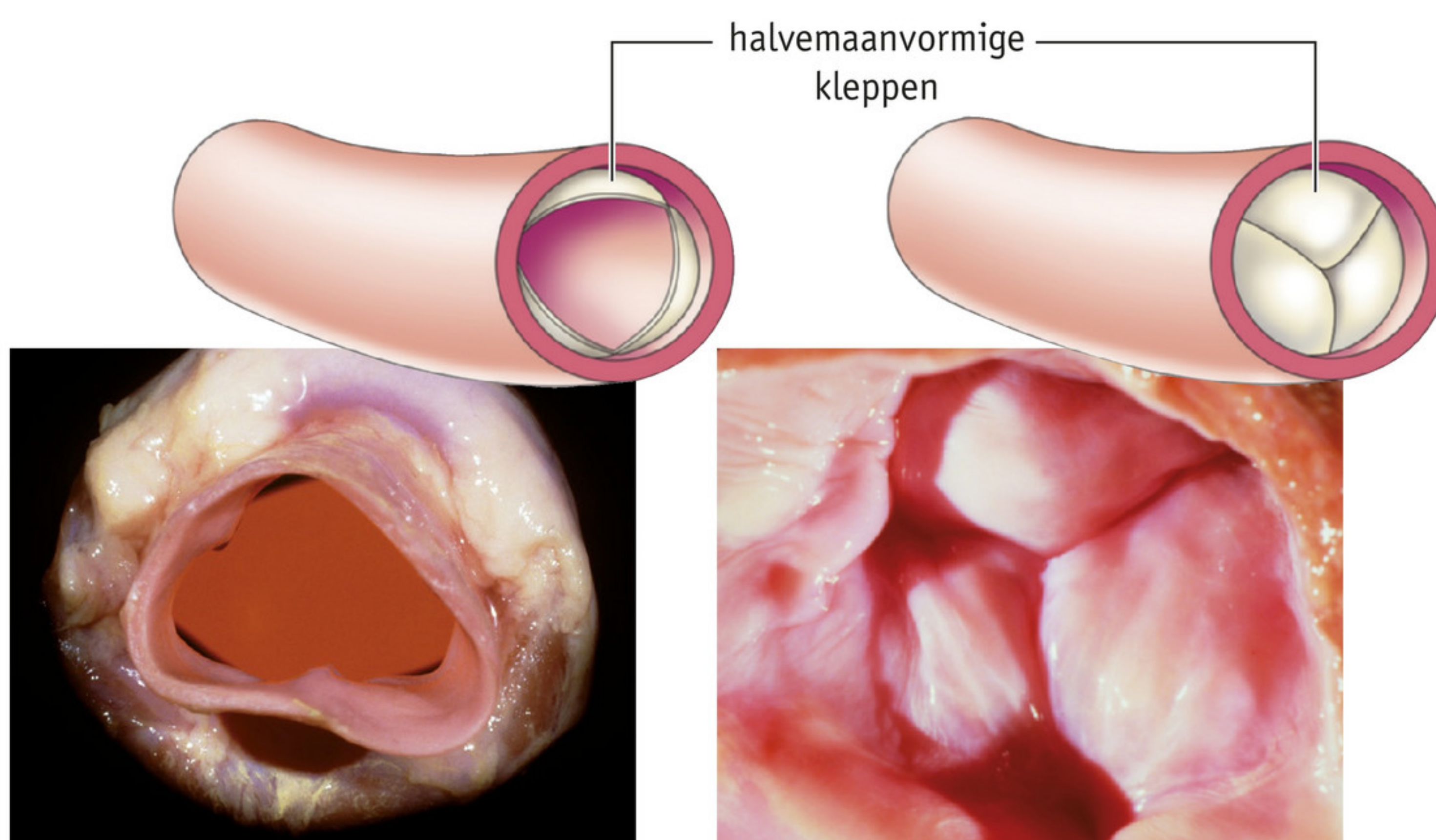
1 hartkleppen open: het bloed stroomt van de boezems naar de kamers

2 hartkleppen dicht: het bloed kan niet terugstromen van de kamers naar de boezems



Aan het begin van de longslagader en de aorta bevinden zich de **halvemaanvormige kleppen** (zie afbeelding 4). Deze verhinderen dat het bloed terugstroomt in de kamers. Als de halvemaanvormige kleppen open zijn, kan het bloed van de rechterkamer in de longslagader stromen en van de linkerkamer in de aorta (zie afbeelding 5.1). Als de halvemaanvormige kleppen gesloten zijn, kan het bloed niet terugstromen van de longslagader naar de rechterkamer en niet van de aorta naar de linkerkamer (zie afbeelding 5.2).

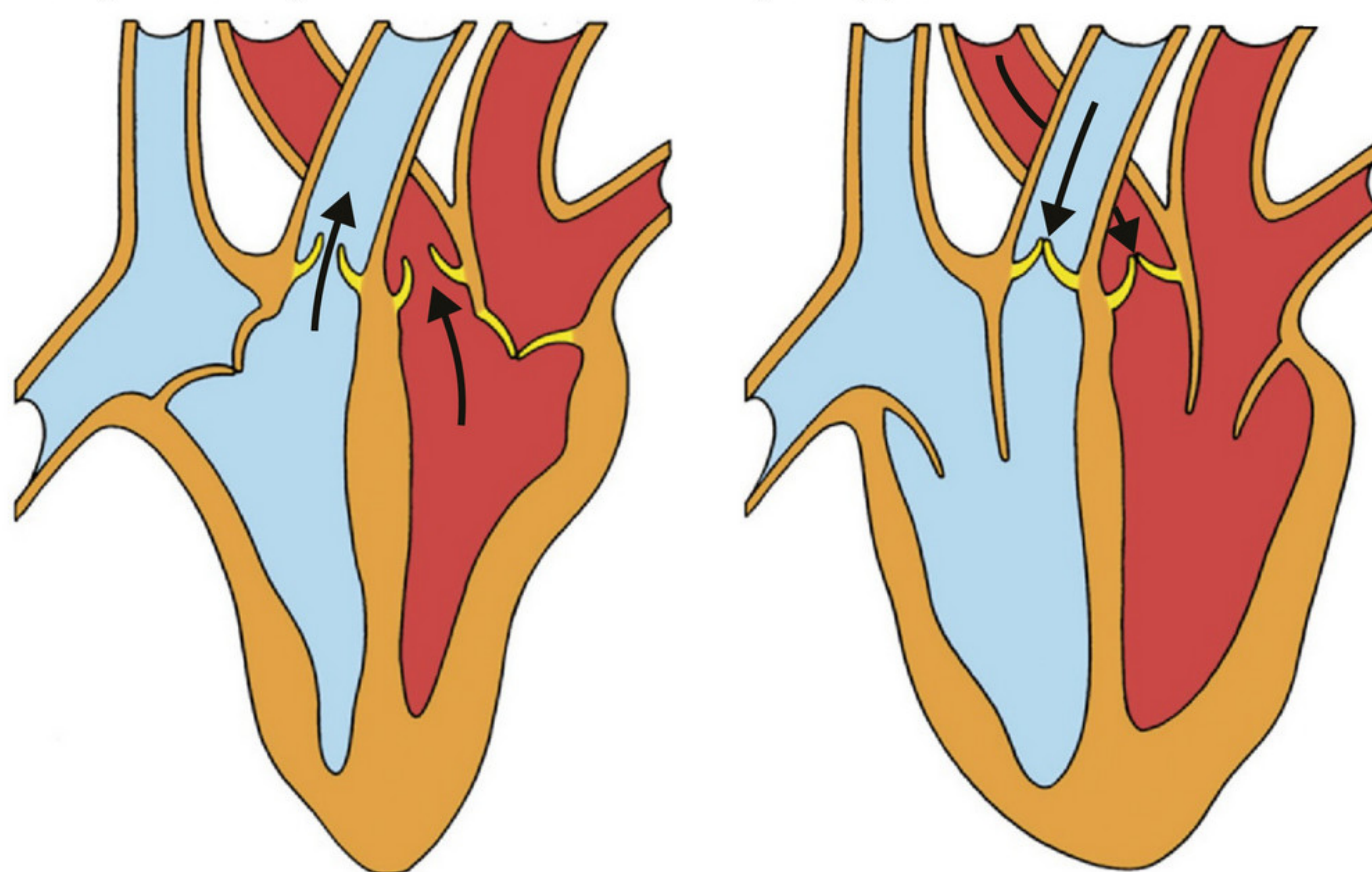
**Afb. 4** Halvemaanvormige kleppen in de aorta.



1 halvemaanvormige kleppen open

2 halvemaanvormige kleppen dicht

**Afb. 5** Werking van de halvemaanvormige kleppen.



1 Halvemaanvormige kleppen open: het bloed kan van de rechterkamer in de longslagaders stromen en van de linkerkamer in de aorta.

2 Halvemaanvormige kleppen dicht: het bloed kan niet terugstromen van de longslagaders naar de rechterkamer en niet van de aorta naar de linkerkamer.

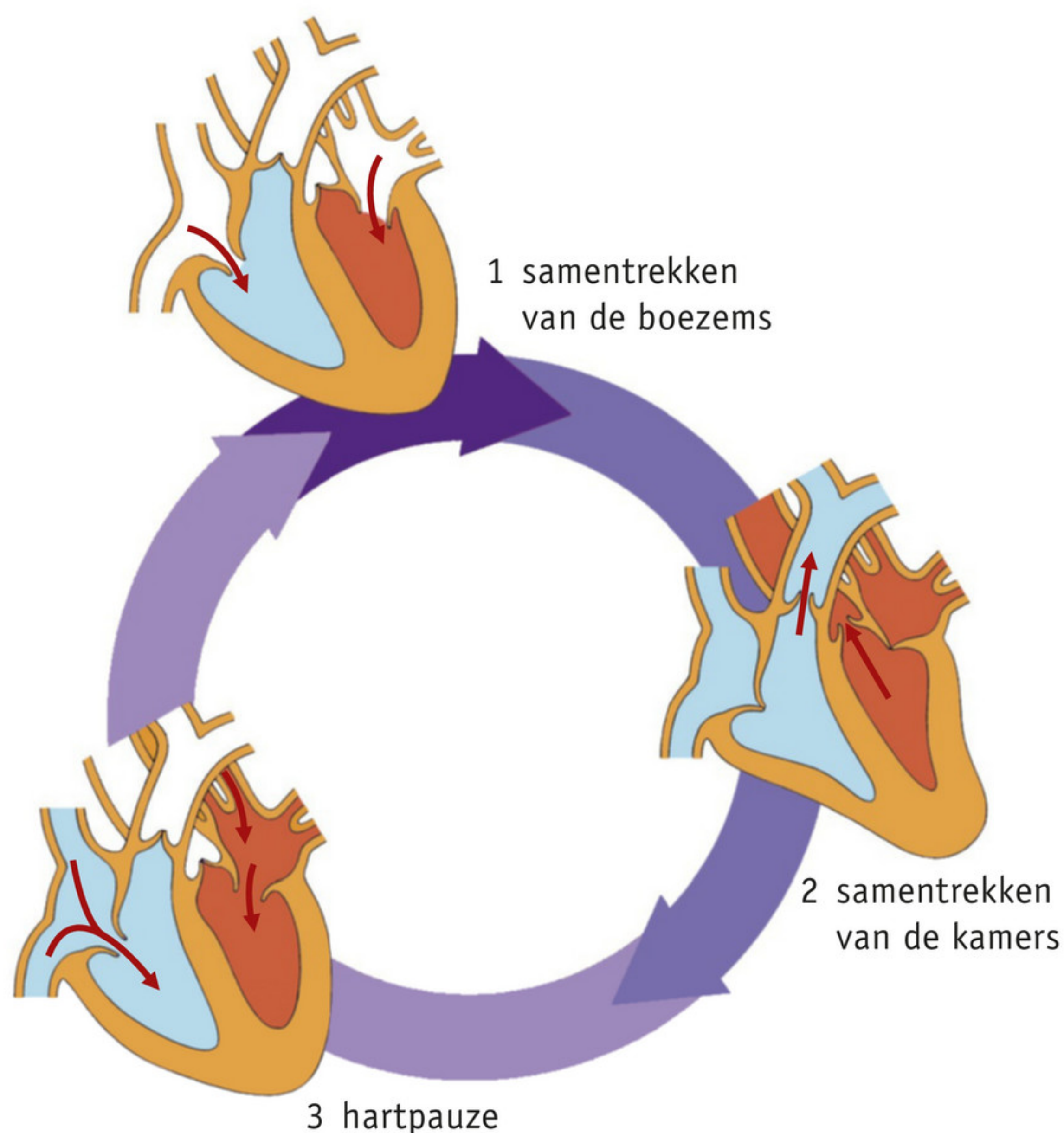


## DE WERKING VAN HET HART

De hartspier van een volwassene trekt zich gemiddeld zeventig keer per minuut samen. Dat noem je 'een **hartslag** van 70'. Een hartslag kun je horen doordat het dichtslaan van de kleppen geluid veroorzaakt. De werking van het hart bestaat uit drie fasen (zie afbeelding 6):

- 1 De hartslag begint met het samentrekken van de boezems, die kort daarvoor zijn volgestroomd met bloed. Beide boezems trekken tegelijk samen. Het bloed stroomt hierdoor de kamers in (zie afbeelding 6.1). De kamers zijn ontspannen.
- 2 Als de kamers zijn volgestroomd met bloed, trekken ze samen (zie afbeelding 6.2). De hartkleppen slaan dicht en verhinderen dat het bloed terugstroomt in de boezems. De druk in de kamers stijgt. Als de druk in de kamers hoger is geworden dan de druk in de aorta en in de longslagader, worden de halvemaanvormige kleppen opengeduwd. Het bloed wordt tegelijkertijd in de aorta en in de longslagader gepompt. Tijdens het samentrekken van de kamers zijn de boezems ontspannen.
- 3 Hierna vindt de **hartpauze** plaats. Zowel boezems als kamers zijn dan ontspannen. Het bloed stroomt uit de holle aders en de longaders in de boezems en gedeeltelijk al in de kamers (zie afbeelding 6.3). De halvemaanvormige kleppen zijn gesloten. Daardoor kan het bloed uit de longslagader en de aorta niet terugstromen naar de kamers. Hierna volgt weer fase 1.

**Afb. 6** De drie fasen van een hartslag.





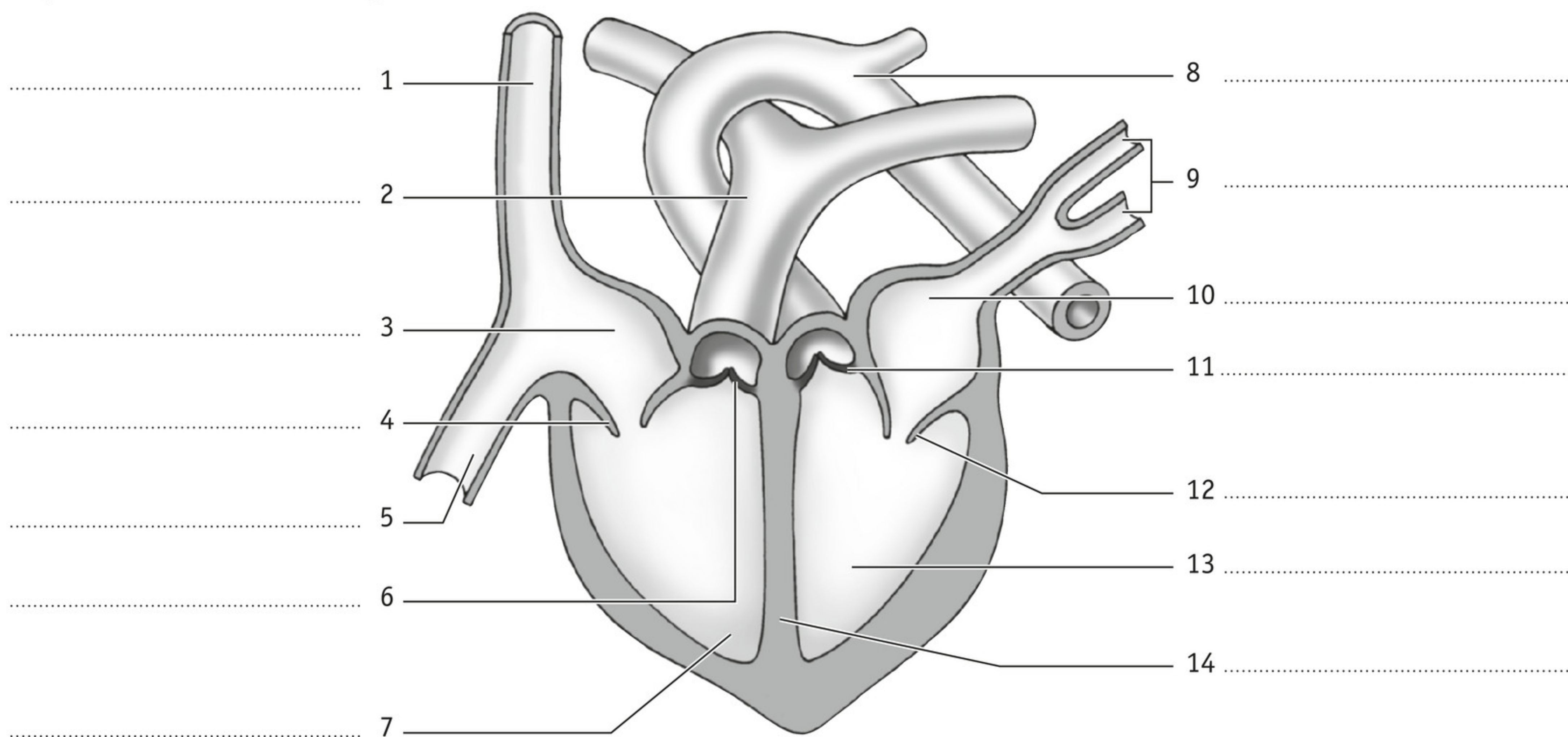
## KENNIS

1

In afbeelding 7 zie je een schematische tekening van het hart met bloedvaten.

- a Zet de namen bij de genummerde delen.
- b Door welke bloedvaten stroomt zuurstofrijk bloed naar de hartspier?

**Afb. 7** Schematische tekening van het hart van een mens.



2

Een bloedstolsel uit een beenader wordt met het bloed naar de longen vervoerd.

- a Welke delen van het hart is het stolsel daarbij gepasseerd?
- b Noteer de delen van de kleine bloedsomloop in de juiste volgorde. Begin en eindig in het hart.
- c Noteer de delen van de grote bloedsomloop in de juiste volgorde. Begin en eindig in het hart.

3

a Zet de verschillende gebeurtenissen tijdens een hartslag in de juiste volgorde.

- 1 De boezems trekken zich samen. Hierdoor stroomt het bloed in de kamers.
- ..... De halvemaanvormige kleppen gaan open.
- ..... De hartkleppen gaan dicht. De druk in de kamers stijgt.
- ..... De hartkleppen zijn dan open. De halvemaanvormige kleppen zijn dan dicht.
- ..... De hartkleppen zijn dan open. De halvemaanvormige kleppen zijn dan dicht.
- ..... Direct daarna trekken de kamers zich samen.
- ..... Het bloed wordt in de longslagader en aorta gepompt.
- ..... Hierna volgt de hartpauze.
- ..... Uit de holle aders en longaders stroomt het bloed in de boezems en gedeeltelijk al in de kamers.

- b Het hart van de mens heeft hartkleppen en halvemaanvormige kleppen. Is er een moment tijdens de hartslag dat alle kleppen openstaan? *ja / nee*



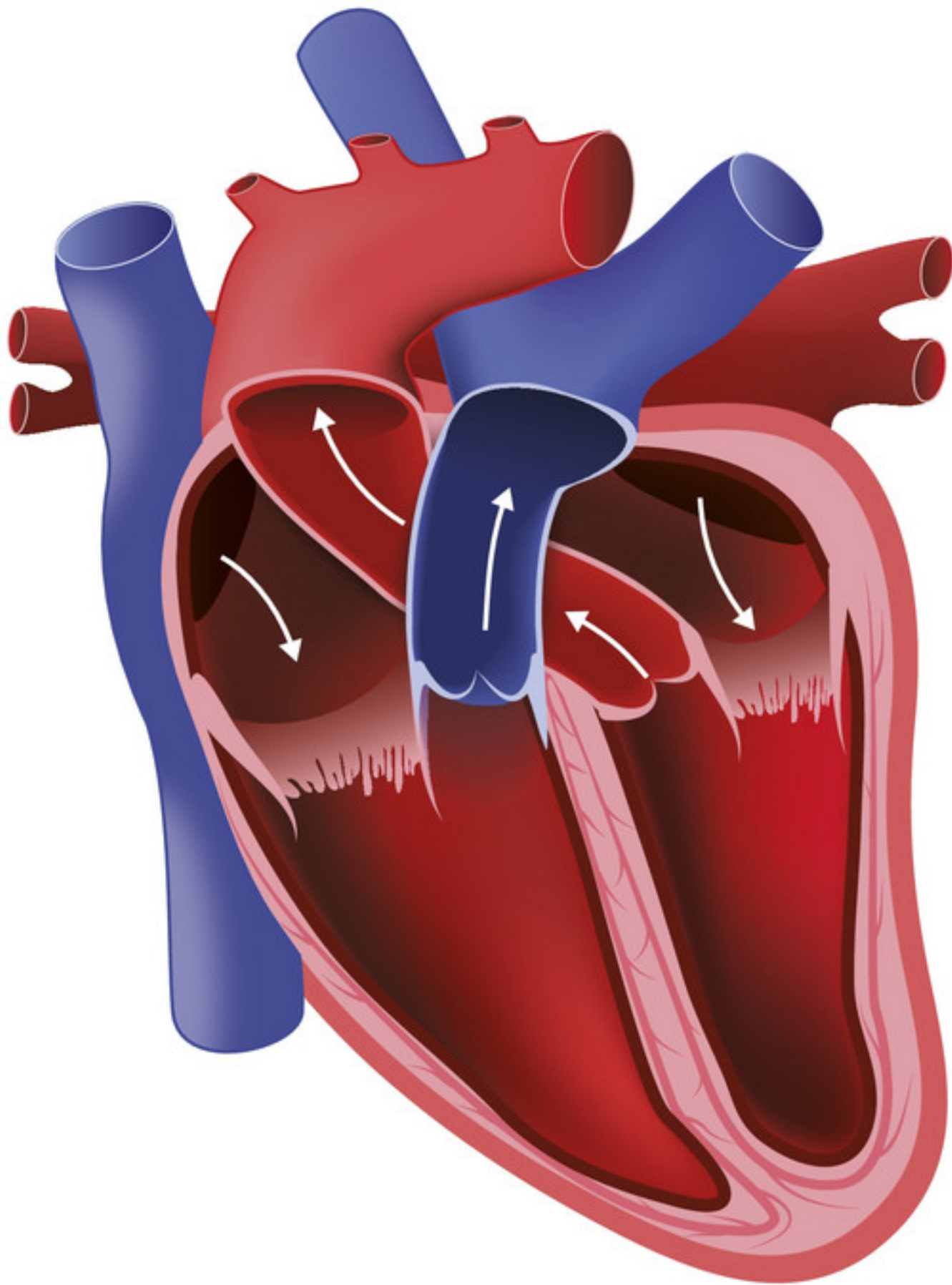
4



Samenvatting

Gebruik afbeelding 8 en de tabel om een samenvatting te maken.

Afb. 8 Doorsnede van het hart.



| Delen                           | Kenmerken en functies |
|---------------------------------|-----------------------|
| Bovenste en onderste holle ader |                       |
| Rechterboezem                   |                       |
| Rechterkamer                    |                       |
| Longslagaders                   |                       |
| Longaders                       |                       |
| Linkerboezem                    |                       |
| Linkerkamer                     |                       |
| Aorta                           |                       |
| Harttussenwand                  |                       |
| Hartkleppen                     |                       |
| Halvemaanvormige kleppen        |                       |



| Delen          | Kenmerken en functies |
|----------------|-----------------------|
| Kransslagaders |                       |
| Kransaders     |                       |

INZICHT

5

Jeltje is huisarts en beluistert bij haar patiënten regelmatig de hartslag met een stethoscoop. Bij elke hartslag hoort ze eerst een doffe toon die wordt gevolgd door een heldere toon.

- a Waardoor worden deze harttonen veroorzaakt?
- b Jeltje kan aan de harttonen horen of de kleppen goed functioneren. Wat kan er met de kleppen aan de hand zijn als ze hartruis hoort?
- c Bij elke hartslag trekken de boezems en kamers samen. Welke kamer heeft de meest gespierde wand? Leg je antwoord uit.

6

Lees de tekst ‘Hartworm bij honden’ in afbeelding 9. De bouw van het bloedvatenstelsel van de hond komt overeen met dat van de mens.

- a Kunnen de larven van de hartworm bij een hond voorkomen in de grote bloedsomloop? En in de kleine bloedsomloop? Leg je antwoord uit.
- b Waardoor kun je hartworm niet behandelen met een medicijn waar de wormen dood van gaan?
- c Wat is het gevolg als hartwormen de longslagader afsluiten?
- d Waardoor kunnen honden met hartworm flauwvallen nadat ze zich hebben ingespannen?
- e Een larve komt bij een hond in de bloedsomloop terecht via de haarvaten in de linker achterpoot en nestelt zich in een longslagader.

Door welke bloedvaten en hartdelen gaat deze larve achtereenvolgens?

- 1 linker achterpootader
- ..... longslagader
- ..... onderste holle ader
- ..... rechterboezem
- ..... rechterkamer

Afb. 9

Hartworm bij honden

Hartworm (*Dirofilaria Immitis*) is een parasiet uit het Middellandse Zeegebied die voorkomt bij honden. De microscopisch kleine larven van deze worm worden door muggen overgebracht van hond naar hond. In de huid van de hond ontwikkelen de larfjes zich in ongeveer twee maanden tot jonge wormen. Via het bloed komen ze vervolgens in de rechterharthelft en de longslagaders van de hond terecht om daar als volwassen wormen te leven. Ze kunnen dan wel 30 cm lang worden. De volwassen wormen planten zich voort en de larfjes die daarbij ontstaan, komen in het bloed van de hond terecht. Een steekmug kan die larfjes opzuigen met het bloed en er een andere hond mee infecteren.





7

Bij een ongeboren kind functioneren de longen nog niet. Daardoor stroomt er maar heel weinig bloed door de kleine bloedsomloop.

Tussen de linker- en rechterharthelft is een opening (het ovale venster). Een groot deel van het bloed dat door de holle aders wordt aangevoerd, stroomt door deze opening rechtsreeks naar de andere harthelft (zie afbeelding 10). Na de geboorte sluit de opening.

**a** Leg uit waarom je pas na de geboorte kunt spreken van een dubbele bloedsomloop.

**b** Noteer de namen van de bloedvaten 1 tot en met 4 in afbeelding 10.

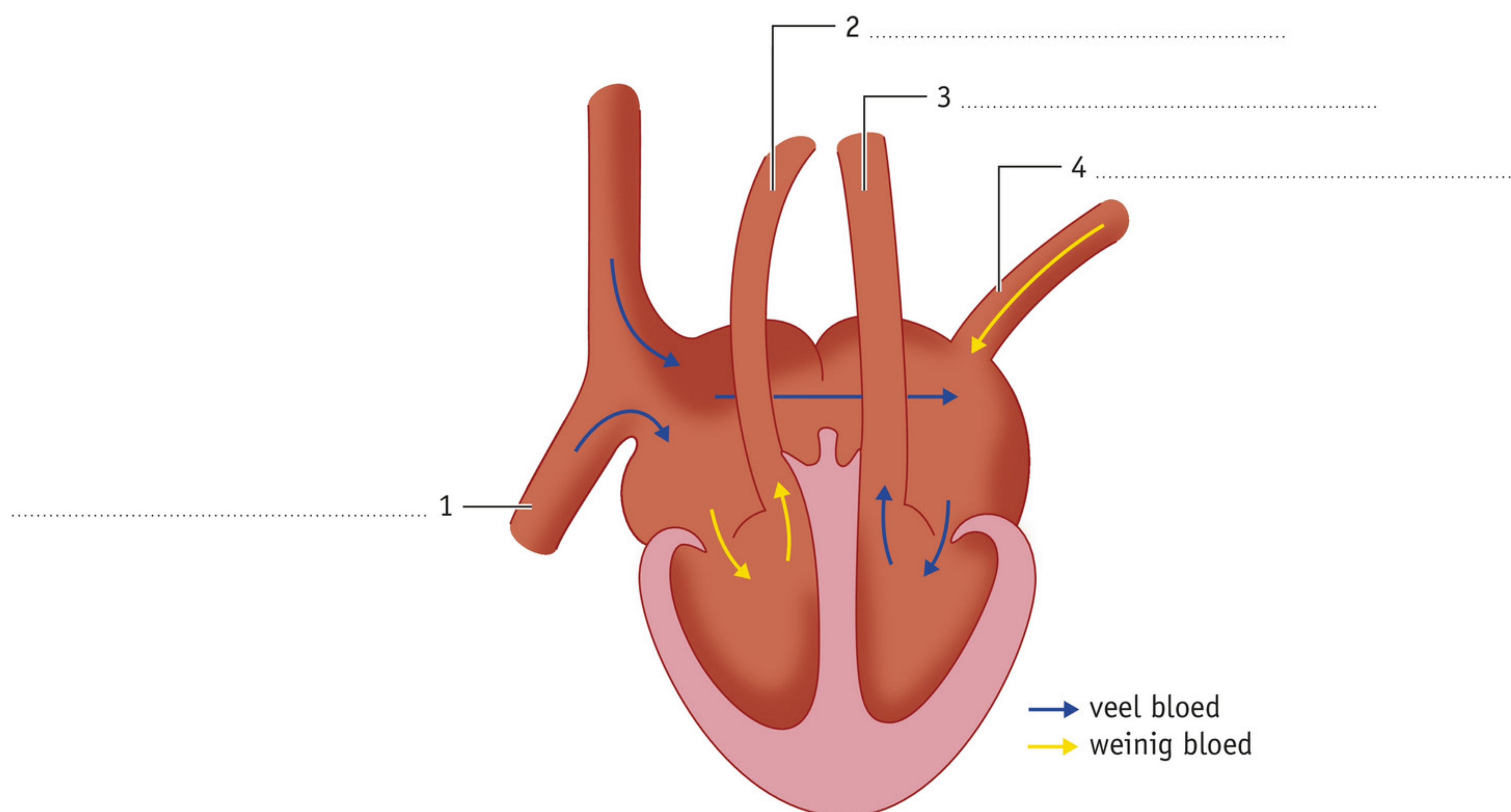
**c** Een ongeboren kind krijgt zuurstof en voedingsstoffen via de bloedvaten in de navelstreng.

In welk bloedvat van afbeelding 10 is het zuurstofgehalte het hoogst? Leg je antwoord uit.

**d** Soms sluit het ovale venster niet na de geboorte. Een kleine opening (kleiner dan 3 mm) levert meestal geen klachten op. Wanneer de opening groter is (meer dan 8 mm), kunnen er wel klachten zijn.

Wordt het zuurstofgehalte van het bloed in de aorta hoger of lager als het ovale venster niet sluit? Leg je antwoord uit.

**Afb. 10**



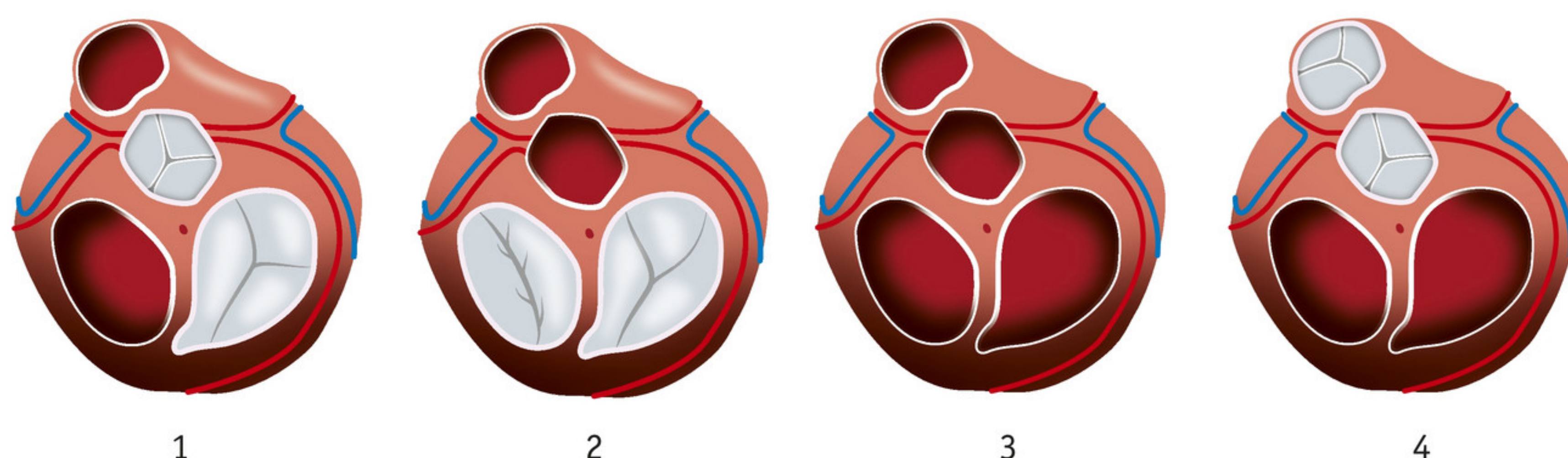
8

In afbeelding 11 zie je vier dwarsdoorsneden van het hart. Het hart is zo geprepareerd dat alle kleppen zichtbaar zijn. De kleppen zijn open of gesloten getekend.

**a** In welke tekening(en) staan de kleppen in een stand die tijdens een normale hartslag voorkomt? Leg je antwoord uit.

**b** Bacteriële endocarditis is een ontsteking van de binnenbekleding van het hart en de hartkleppen. De hartkleppen kunnen hierdoor beschadigd raken waardoor ze minder goed sluiten. Wat kan het gevolg zijn van een slecht functionerende hartklep?

**Afb. 11** Dwarsdoorsneden van het hart.

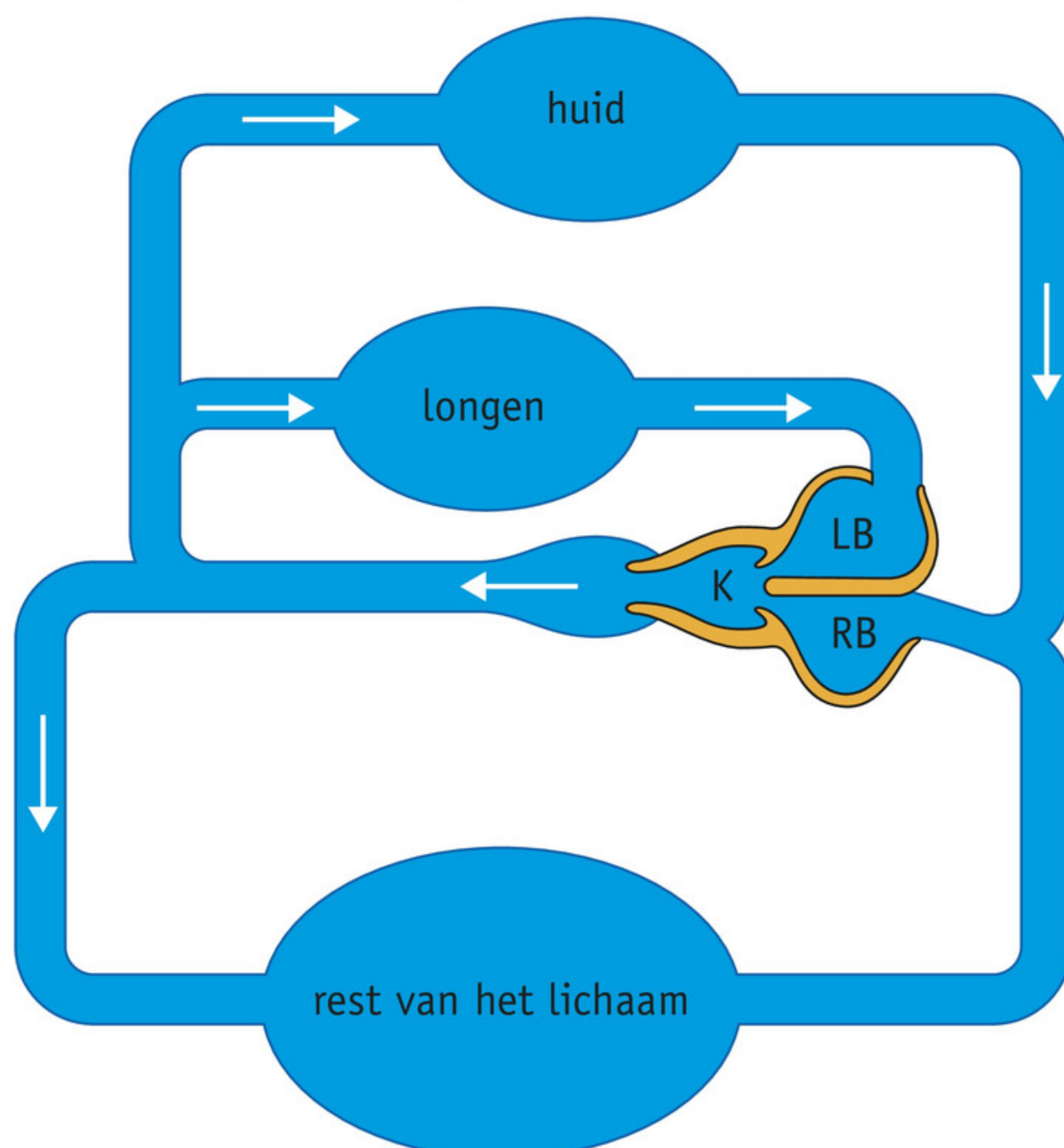




9

- a** In afbeelding 12 is de bloedsomloop van een kikker schematisch getekend. Uit welke delen bestaat het hart van een kikker?
- b** Bij een kikker vindt opname van zuurstof plaats via de longen en de huid. Het bloed dat in deze organen zuurstofrijk is geworden, stroomt terug naar het hart. Bevat het bloed in de rechterboezem van een kikker meer of minder zuurstof dan het bloed in de rechterboezem van een mens? Leg je antwoord uit.

**Afb. 12** Bloedsomloop van een kikker.



+ 10

- a** Bij een persoon met een goed werkend hart pompen de linker- en de rechterkamer bij elke hartslag evenveel bloed weg. Door welke organen stroomt per minuut de grootste hoeveelheid bloed? Leg je antwoord uit.
- b** Bij een patiënt met hartfalen werkt vaak een deel van het hart minder goed. De linkerkamer kan bijvoorbeeld minder goed het bloed wegpompen. Hierdoor blijft er bloed in de linkerkamer achter. Welke gevolgen heeft dat? Leg je antwoord uit.
- c** Bij sommige patiënten met hartfalen pompt juist de rechterkamer niet goed meer. Wat zijn de gevolgen hiervan? Leg je antwoord uit.



## SAMENHANG wetenschap

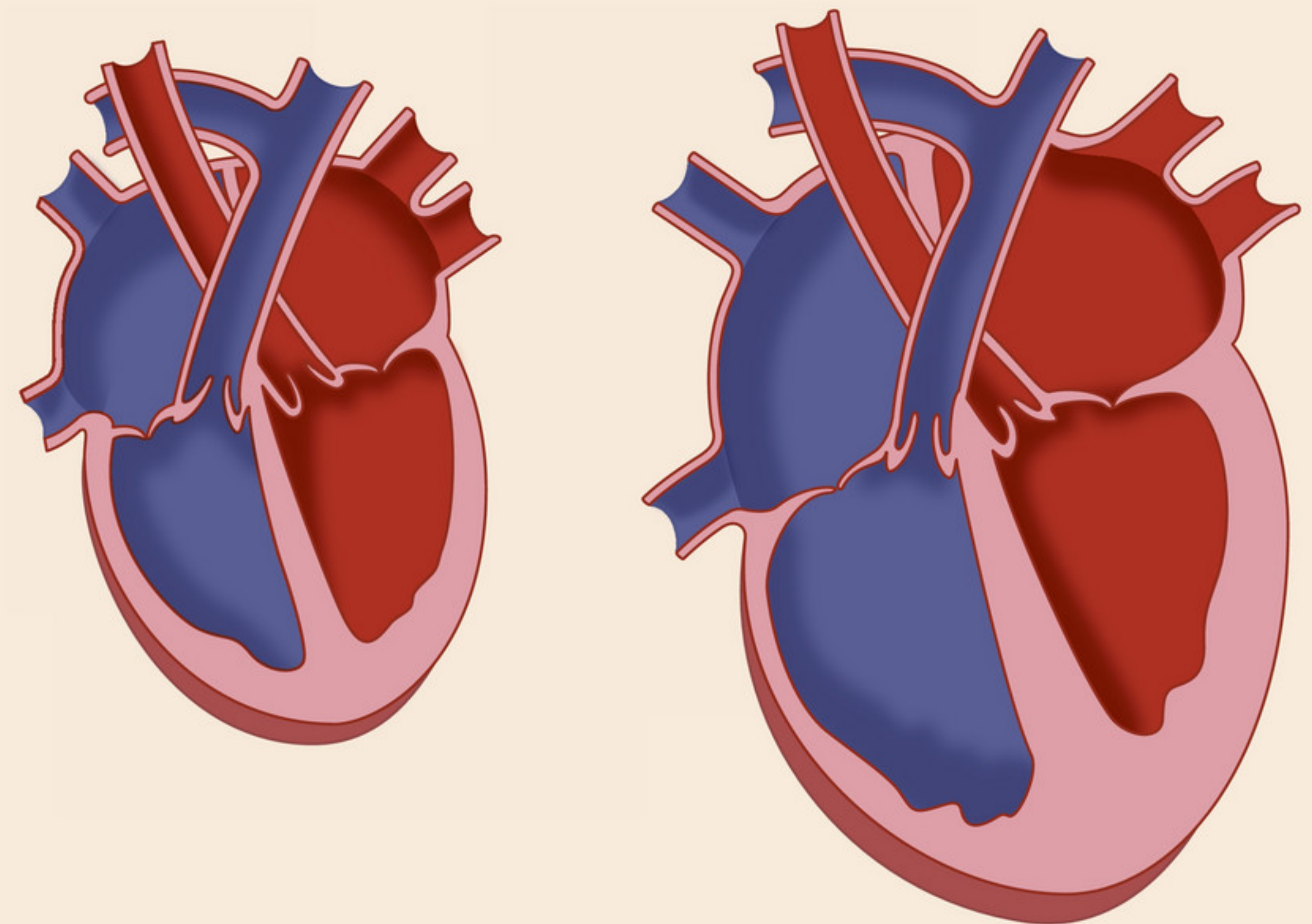
**EEN SPORTHART**

Een hart van een gezond persoon maakt overdag zo'n 60 tot 80 slagen per minuut. Bij inspanning kan dat oplopen tot 160 à 180 slagen. Tijdens het slapen daalt dit weer naar 30 tot 40 slagen. Bij het beoefenen van een duursport, zoals hardlopen, wielrennen en zwemmen, maakt het hart gedurende lange tijd veel meer dan 100 slagen per minuut.

Hierdoor wordt de hartspier groter, dikker en sterker. Er ontstaat een sporthart. Een sporthart is soms wel 45% groter dan een normaal hart. Dat komt vooral doordat de linkerhartwand veel dikker is en de linkerhartkamer veel wijder. Het hart past zich aan de omstandigheden aan: wanneer de eigenaar ervan veel traint, neemt de capaciteit ervan toe en pompt het meer zuurstofrijk bloed naar de spieren. Er wordt nooit te veel bloed rondgepompt en het hart kan dus niet overwerkt raken. Het hart van duursporters slaat bij rust bijvoorbeeld minder vaak, meestal tussen de 40 en 60 keer per minuut. De maximale hartslag stijgt niet door training.

Als een duursporter opeens stopt met trainen, neemt de grootte van het sporthart af. Dat gebeurt bij elke spier die minder intensief wordt gebruikt. Binnen vijftig dagen heeft het hart weer zijn normale grootte en krijgt de hartslagfrequentie weer normale waarden.

**Afb. 13** Een normaal hart en een sporthart (rechts).



11

Lees de tekst 'Een sporthart'.

- a** Waardoor is vooral de linkerharthelft van een sporthart groter?
- b** De spieren van duursporters zijn goed ontwikkeld.  
Leg uit dat spieren profijt hebben van een sporthart.
- c** Soms overlijden jonge topsporters plotseling door bijvoorbeeld een hartstilstand. Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat een sporthart daar niet de oorzaak van is. Bij welke van de volgende situaties is er een grotere kans op een hartstilstand dan normaal?
  - ☐ A Een goed getrainde wielrenner doet mee aan de Tour de France.
  - ☐ B Een marathonzwemmer die een aantal weken geblesseerd is geweest, doet op het laatste moment toch mee aan een wedstrijd.
  - ☐ C Een voetballer met een niet-ontdekte aangeboren hartafwijking speelt een interlandwedstrijd.
- d** Maarten is marathonzwemmer en heeft een sporthart. Pim gaat twee keer in de week een uurtje naar de sportschool en heeft een normaal hart. Maarten en Pim zijn even groot en even zwaar. In rust verbruiken ze evenveel zuurstof en glucose voor de verbranding in de cellen.  
Waardoor is de hartslag in rust bij Pim veel hoger?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 4 Uitscheiding

## LEERDOEL

3.4.7 Je kunt de delen van de nieren en urinewegen noemen met hun kenmerken en functies.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |        |
|------------|--------------------------|--------|
|            | 3.4.7                    | 3.2.3* |
| Onthouden  | 1abcd, 2ab               |        |
| Begrijpen  | 1e, 2c, 3, 4             |        |
| Toepassen  | 5, 6a, 7a, 8b            |        |
| Analyseren | 6bc, 7b, 8ac, 9, 10      | 10b    |

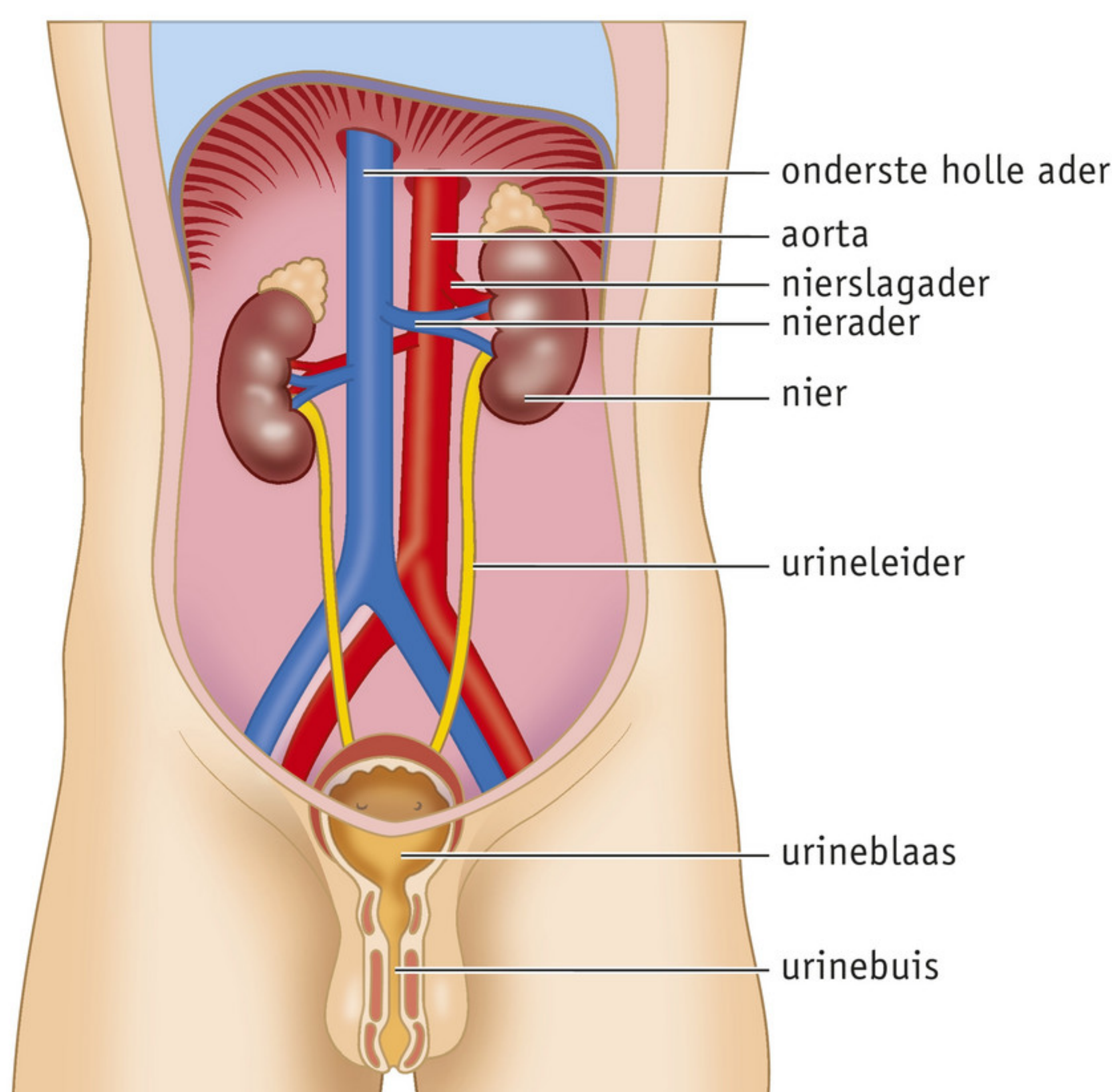
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Uitscheiding vindt plaats in speciale organen. Koolstofdioxide wordt door de longen uitgescheiden. De meeste andere afvalstoffen worden door de nieren uitgescheiden.**

## NIEREN EN URINEWEGEN

De **nieren** liggen in de buikholte links en rechts van de wervelkolom, vlak onder het middenrif (zie afbeelding 1). Door de **nierslagaders** stroomt zuurstofrijk bloed naar de nieren. Dit bloed bevat afvalstoffen van veel organen. De nieren halen deze afvalstoffen uit het bloed. Door de **nieraders** stroomt het gezuiverde bloed weg uit de nieren.

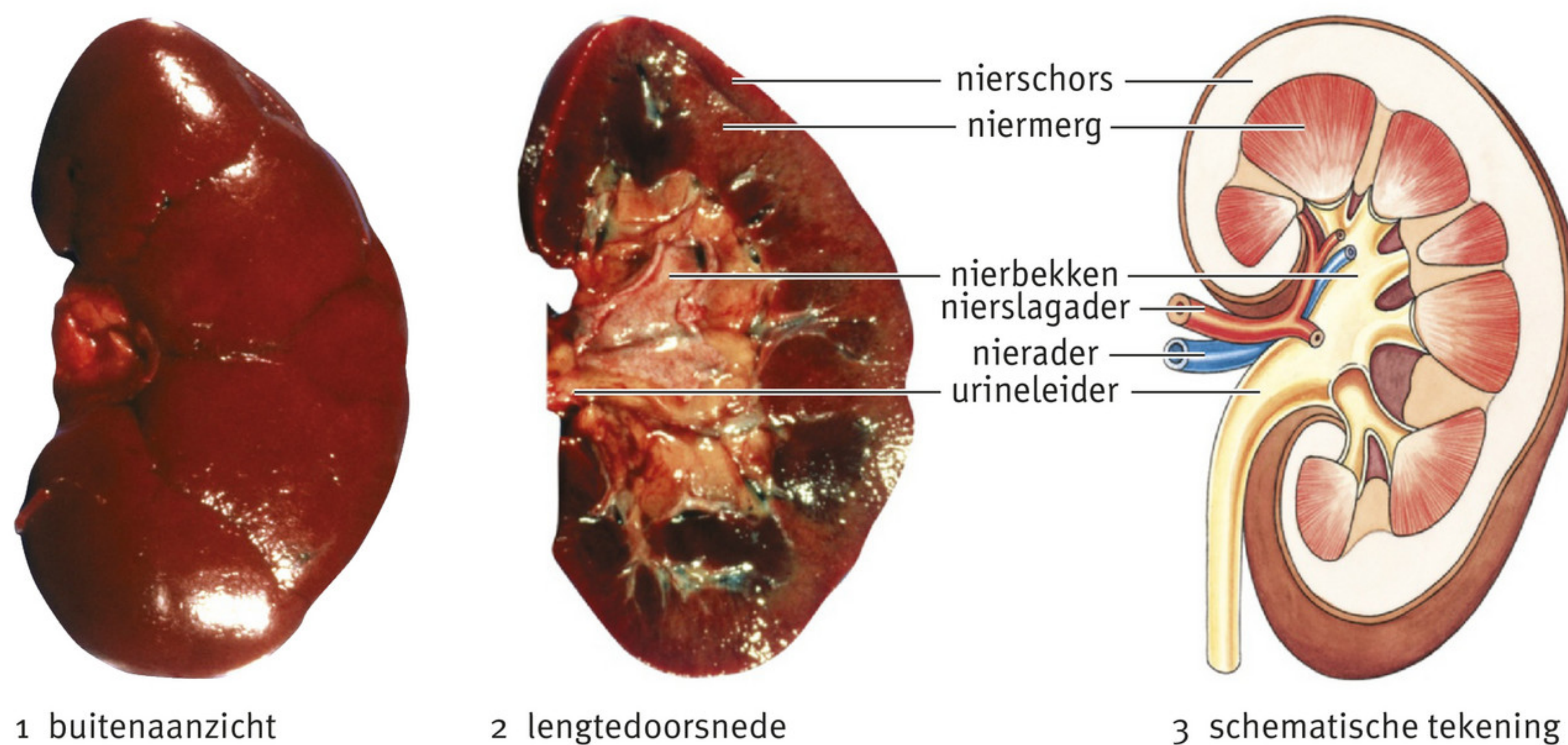
**Afb. 1** De nieren en de urinewegen.



Een nier bestaat uit **nierschors**, **niermerg** en **nierbekken** (zie afbeelding 2). Nierschors en niermerg verwijderen niet alleen afvalstoffen uit het bloed, maar ook overtollig water, overtollige zouten en allerlei schadelijke stoffen. De verwijderde stoffen samen heten **urine**.

In de nierbekkens wordt urine verzameld. Via de **urineleiders** wordt de urine afgevoerd naar de **urineblaas** (zie afbeelding 3). In de urineblaas wordt urine tijdelijk opgeslagen, zodat je niet voortdurend hoeft te plassen. Van tijd tot tijd wordt de urine uit de urineblaas afgevoerd via de **urinebuis**.

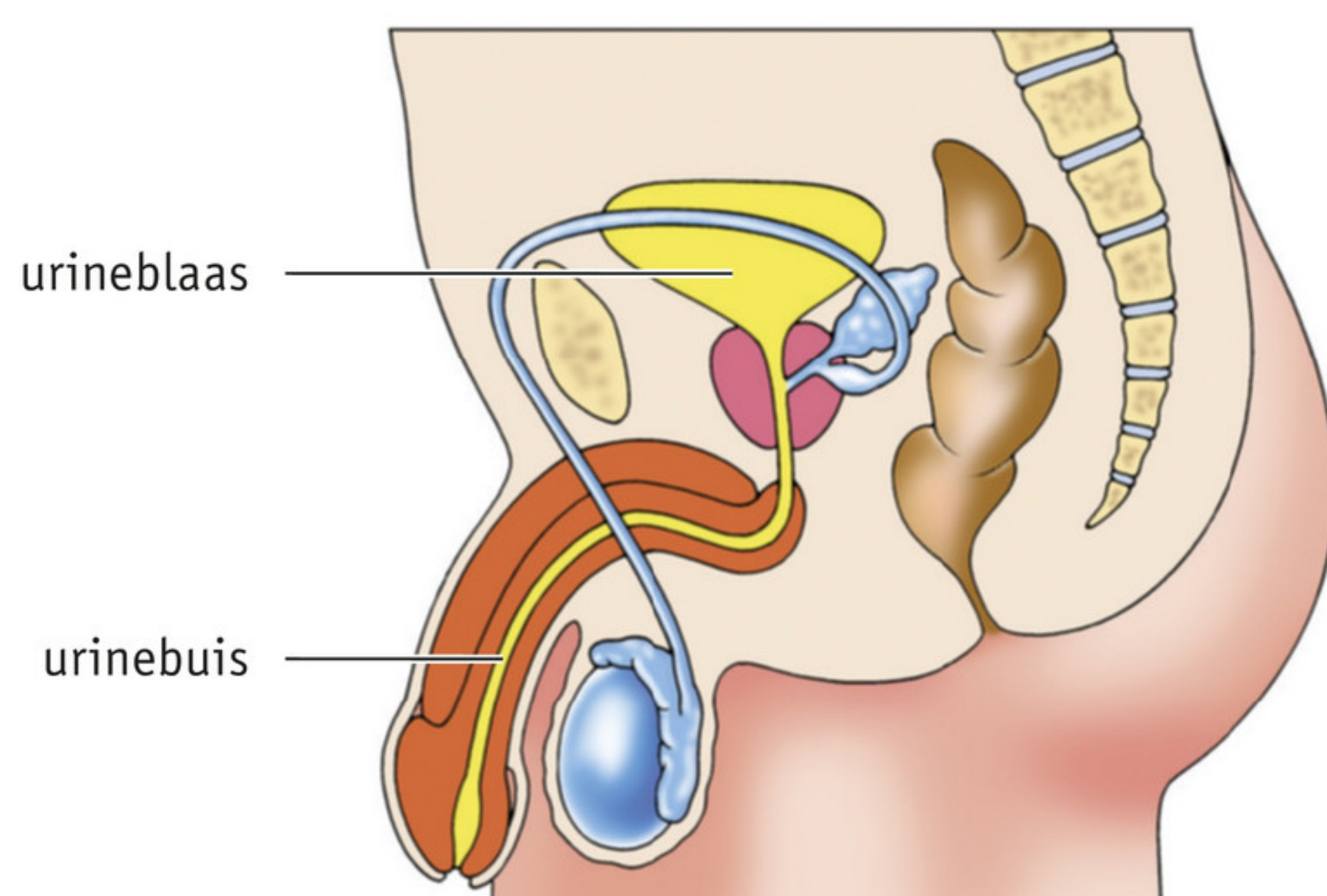


**Afb. 2** Nier van een mens.

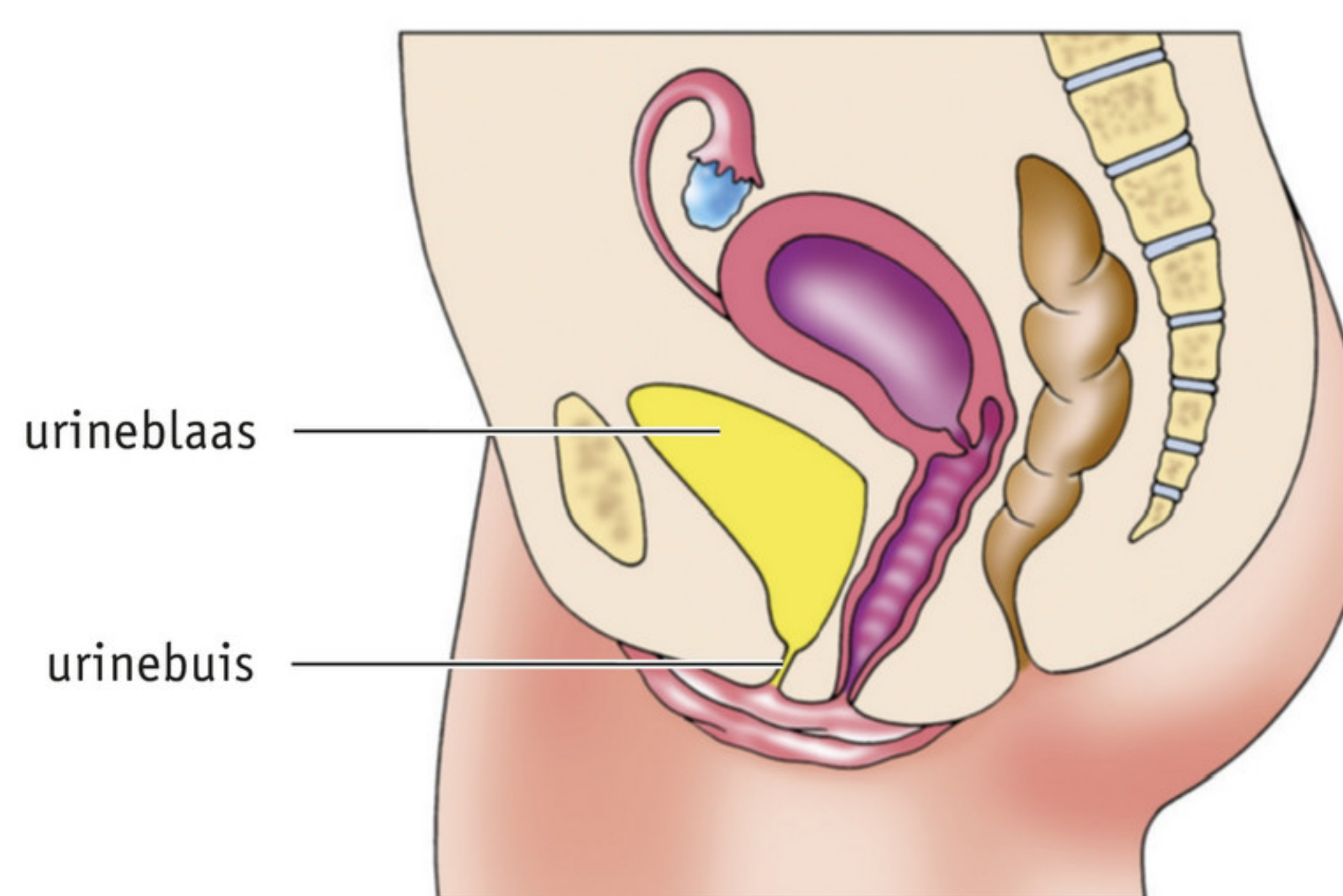
1 buitenaanzicht

2 lengtedoorsnede

3 schematische tekening

**Afb. 3** Ligging van de urineblaas en urinebuis.

1 bij mannen



2 bij vrouwen

**KENNIS****1**

De nieren liggen in de buikholte.

- Wat is de functie van de nieren?
- Waaruit bestaat urine?
- Welke delen van de nieren produceren urine?  
*nierbekken / niermerg / nierschors*
- In welk deel van een nier wordt de urine verzameld?  
*nierbekken / niermerg / nierschors*
- Bij een nierbekkenontsteking is de wand van een nierbekken ontstoken. Dit kan worden veroorzaakt door bacteriën die via de urinewegen van buiten in het lichaam zijn gekomen.  
Door welke vier delen zijn deze bacteriën achtereenvolgens gegaan?

**2**

De nieren zijn verbonden met de aorta en de onderste holle ader.

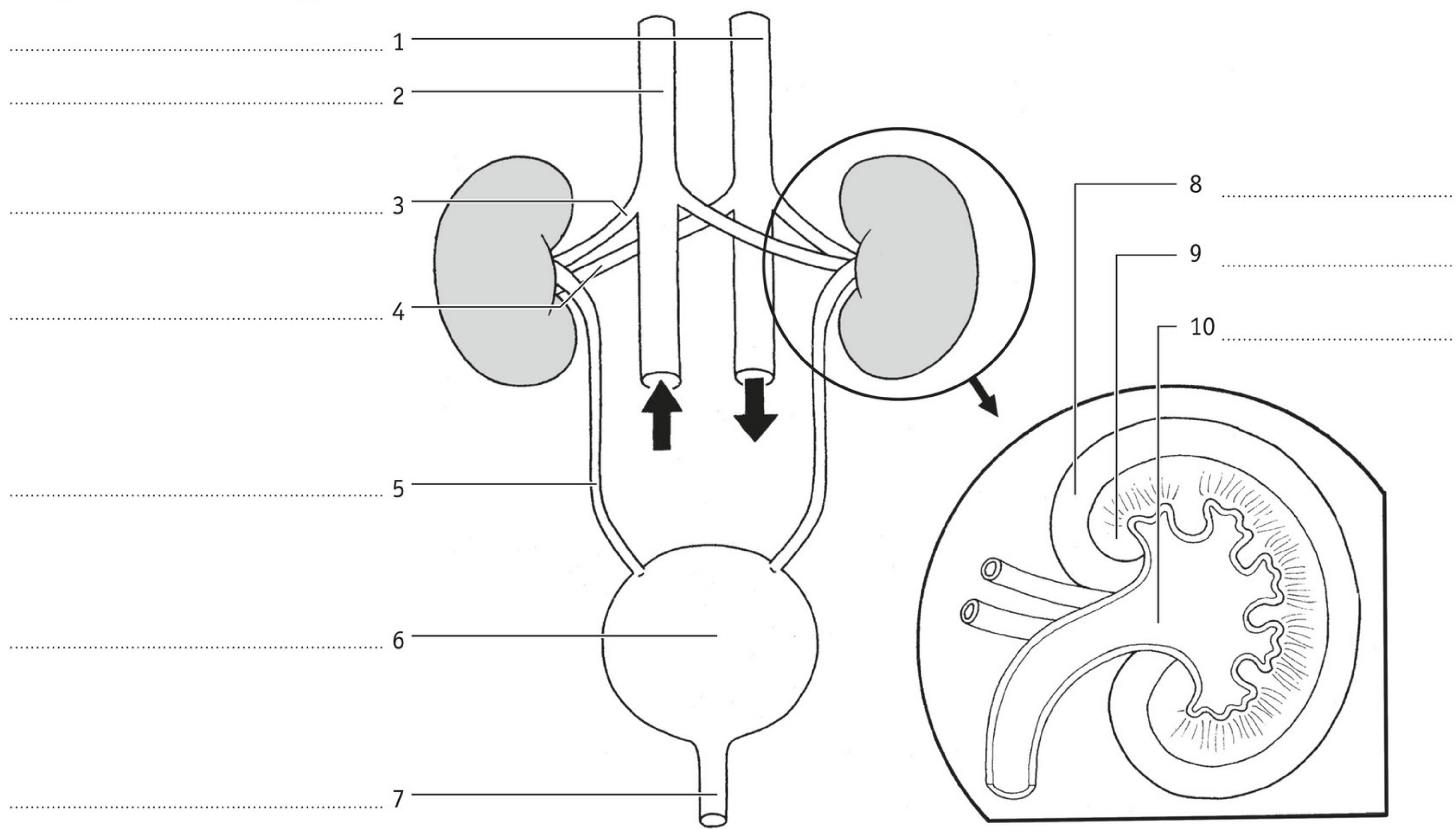
- Bloed stroomt een nier in via de *nierader / nierslagader* en verlaat de nier via de *nierader / nierslagader*.
- De nierader bevat *veel / weinig* zuurstof en *veel / weinig* afvalstoffen.
  - De nierslagader bevat *veel / weinig* zuurstof en *veel / weinig* afvalstoffen.
- Splitsen de nierslagaders boven of onder het middenrif af van de aorta? Leg je antwoord uit.



3

Zet de namen bij de genummerde delen in afbeelding 4.

Afb. 4 Nieren en urinewegen.



4

**Samenvatting**

Maak de tekst af en vul de tabel in.

Nieren bestaan van buiten naar binnen uit: .....

Functie: .....

| Functies                               | Delen |
|----------------------------------------|-------|
| Aanvoeren van afvalstoffen             |       |
| Afvoeren van gezuiverd bloed           |       |
| Urine vormen                           |       |
| Urine verzamelen                       |       |
| Urine afvoeren naar de urineblaas      |       |
| Urine tijdelijk opslaan                |       |
| Urine afvoeren naar buiten het lichaam |       |



## INZICHT

5

Rode reuzenkangoeroes leven in Australië en zijn goed aangepast aan de hitte en droogte in hun leefomgeving. Ze kunnen bijvoorbeeld enkele weken zonder vocht. Door met hun urine minder water uit te scheiden, is er weinig vochtverlies.

De nieren van de rode reuzenkangoeroe werken hetzelfde als de nieren van een mens.

- a** In een natte periode met veel regen drinkt een rode kangoeroe meer dan in een droge periode.

Produceren de nieren in de natte periode meer of minder urine? Leg je antwoord uit.

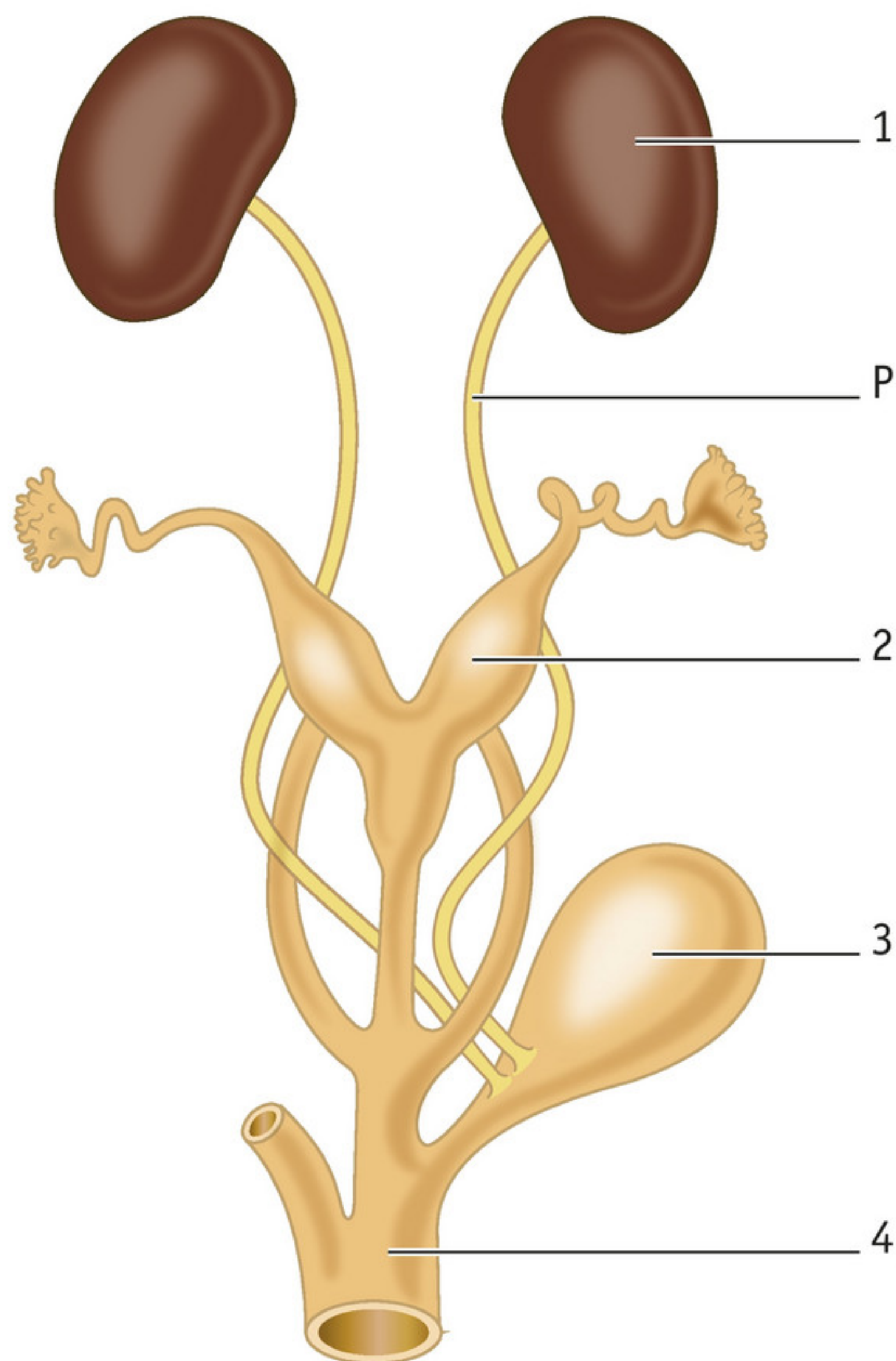
- b** In afbeelding 5 zie je een schematische tekening van de nieren, urinewegen en andere organen van een kangoeroe. De bouw van de urinewegen is anders dan bij de mens maar de functies van de verschillende delen komen overeen.

Welk van de genummerde delen is de urineblaas?

deel 1 / 2 / 3 / 4

- c** Welke vloeistof gaat door deel P? Leg je antwoord uit.

**Afb. 5** Nieren en enkele andere organen van een kangoeroe.



6

Nierstenen kunnen ontstaan als er veel afvalstoffen en overvloedige mineralen in de urine zitten (zie afbeelding 6). Je kunt er een erfelijke aanleg voor hebben. Oorspronkelijk zitten de steentjes in de nier zelf, maar soms komen ze los en worden dan met de urine afgevoerd. Kleine stenen kun je meestal zonder problemen uitplassen.

- a** Wanneer iemand last heeft van nierstenen is er soms bloed in de urine aanwezig. Leg uit hoe dat kan.

- b** Een niersteen kan een niersteenaanval veroorzaken. Dat is een plotselinge hevige pijn in de zij of in de buik die in golven optreedt en uitstraalt naar de onderbuik, soms tot in de liezen en de teelballen. Waarom krijgen patiënten die een niersteenaanval doormaken niet alleen pijnstillers maar ook spierverslappende middelen toegediend?

- c** Soms is een niersteen te groot om uit te kunnen plassen. Wanneer moet zo'n niersteen zeker worden verwijderd?

**Afb. 6** Nierstenen.





7

Bij meisjes en vrouwen komt blaasontsteking veel vaker voor dan bij jongens en mannen. Dat heeft onder andere te maken met het verschil in bouw. Bij meisjes is de afstand tussen de anus en de urinebuis korter dan bij jongens.

- a** Leg uit dat de afstand tussen de anus en de urinebuis van invloed is op het ontstaan van blaasontsteking.
- b** Bekijk afbeelding 3.  
Nog een verschil in bouw tussen meisjes en jongens is dat de urinebuis van meisjes veel korter is.  
Leg uit dat door dit verschil de kans op blaasontsteking bij meisjes groter is dan bij jongens.

8

Bij nierpatiënten werken de nieren niet goed. Ze moeten daardoor om de dag naar het ziekenhuis om hun bloed te laten zuiveren door een dialyseapparaat. Dat is een grote kunstnier. Bloed uit de bloedsomloop van de patiënt gaat naar het apparaat en wordt gefilterd en gezuiverd. Daarna gaat het terug in de bloedsomloop.

- a** Bloed wordt gezuiverd vanuit een bloedvat uit de arm of een been.  
Waarom wordt voor bloedvaten in de arm of been gekozen, en niet voor de nierslagader?
- b** Gezonde nieren halen veel vocht en afvalstoffen uit het bloed, maar een kunstnier kan dat niet. Omdat een kunstnier maar een deel van het bloed kan zuiveren, moeten nierpatiënten zich aan een streng dieet houden. Ze mogen niet zomaar alles eten en drinken.  
Een nierpatiënt kan overlijden als hij niet op tijd wordt gedialyseerd.  
Leg uit waardoor het lichaam niet zonder dialyse kan.
- c** Waardoor heeft een nierpatiënt vaak dorst?

+ 9

Vogels, reptielen en amfibieën hebben een cloaca. Via deze ene opening verlaat niet alleen urine het lichaam van het dier, maar ook de ontlasting en spermacellen of eicellen. Vogelpoep bestaat dus uit onverteerd voedsel uit de darmen en uit urine. De urine is geconcentreerder en minder waterig dan onze urine en kun je herkennen aan de witte kleur (zie afbeelding 7).

- a** Tot welke orgaanstelsels behoort de cloaca? Leg je antwoord uit.
- b** Hebben dieren met een cloaca nieren? Leg je antwoord uit.
- c** Zoogdieren verzamelen (waterige) urine in hun urineblaas tot die vol is. Vogels hebben geen urineblaas.  
Leg uit dat dit in verband met hun leefwijze een voordeel is.

**Afb. 7** Vogelpoep op een auto.





**SAMENHANG wetenschap****CRANBERRYSAP TEGEN BLAASONTSTEKING**

Een urineweginfectie of blaasontsteking wordt meestal veroorzaakt door bacteriën die afkomstig zijn uit de darmen. In 75 tot 85% van de gevallen is dit de E.coli-bacterie. Als de infectie zich uitbreidt naar het nierbekken kunnen er complicaties ontstaan. Het risico om een blaasontsteking te krijgen is groter als je al eens eerder een blaasontsteking hebt gehad, door seks en als je diabetes hebt.

Als je een blaasontsteking hebt, merk je dat meestal doordat je pijn hebt bij het plassen, steeds kleine beetjes moet plassen en steeds aandrang hebt om te plassen maar het niet kunt. Als je koorts hebt en pijn in je zij kan dat een aanwijzing zijn dat je een nierbekkeninfectie hebt.

Om een urineweginfectie te kunnen veroorzaken, moeten E.coli-bacteriën zich hechten aan de cellen van de wand van de urinewegen. Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat stoffen in sap van cranberry's dat kunnen voorkomen.

**Afb. 8** Cranberry's.

**10**

Lees de tekst 'Cranberrysap tegen blaasontsteking'.

Cranberrysap drinken kan preventief werken: stoffen in cranberrysap kunnen een urineweginfectie voorkomen maar niet genezen.

- a** Leg uit waarom cranberrysap drinken alleen preventief werkt.
- b** Welke delen van het bloedvatstelsel, de nieren en de urinewegen passeren de stoffen in cranberrysap achtereenvolgens voor ze in de urineblaas terechtkomen?
- c** Leg uit waarom een blaasontsteking vaak sneller overgaat als je veel drinkt.
- d** Soms krijgen vrouwen door seksueel contact een blaasontsteking.  
Waarom krijgen deze vrouwen het advies om direct na seksueel contact te plassen?

 Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.



# 5 Het immuunsysteem

## LEERDOELEN

3.5.8 Je kunt beschrijven hoe antistoffen bescherming bieden tegen infecties.

3.5.9 Je kunt beschrijven op welke manieren immuniteit kan ontstaan.

3.5.10 Je kunt omschrijven wat er aan de hand is bij een allergie.

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |             |        |
|------------|--------------------------|-------------|--------|
|            | 3.5.8                    | 3.5.9       | 3.5.10 |
| Onthouden  | 1c, 2c                   | 3cd         | 4      |
| Begrijpen  | 1abd, 2abd, 3b, 5, 8a    | 3abe, 5, 8a | 5      |
| Toepassen  | 6abc, 7b, 8bc            | 6d, 7b, 8bc |        |
| Analyseren | 8d, 10, 11               | 7ac, 8d     | 9      |

**Ziekteverwekkers, zoals bacteriën en virussen, komen niet zo gemakkelijk je lichaam binnen. Lukt het ze toch, dan maken witte bloedcellen de ziekteverwekkers onschadelijk.**

## LICHAAMSVREEMD

Stoffen die niet in je lichaam thuishoren, noem je **lichaamsvreemde stoffen**. Van lichaamsvreemde stoffen kun je ziek worden. Daarom heeft je lichaam verschillende barrières om ziekteverwekkers buiten te houden. De eerste barrière is de huid. Die houdt schadelijke stoffen en organismen (zoals bacteriën) buiten de deur. Als je een wond hebt, kunnen bacteriën via de huid binnendringen. De wond raakt dan ontstoken.

In de lucht en in voedsel kunnen schadelijke stoffen of ziekteverwekkers zitten. Als je ademhaalt of iets eet, komen stoffen uit de omgeving in je lichaam. Bij elke ademhaling houden slijmvliezen in je neus kleine stofjes en ziekteverwekkers tegen. Deze blijven plakken aan het neusslijmvlies. Trilharen verplaatsen het slijm met stofdeeltjes naar de keelholte, waar het wordt ingeslikt. In je maag worden bacteriën die met het slijm of met je voedsel zijn meegekomen, gedood door zoutzuur.

## ANTIGENEN

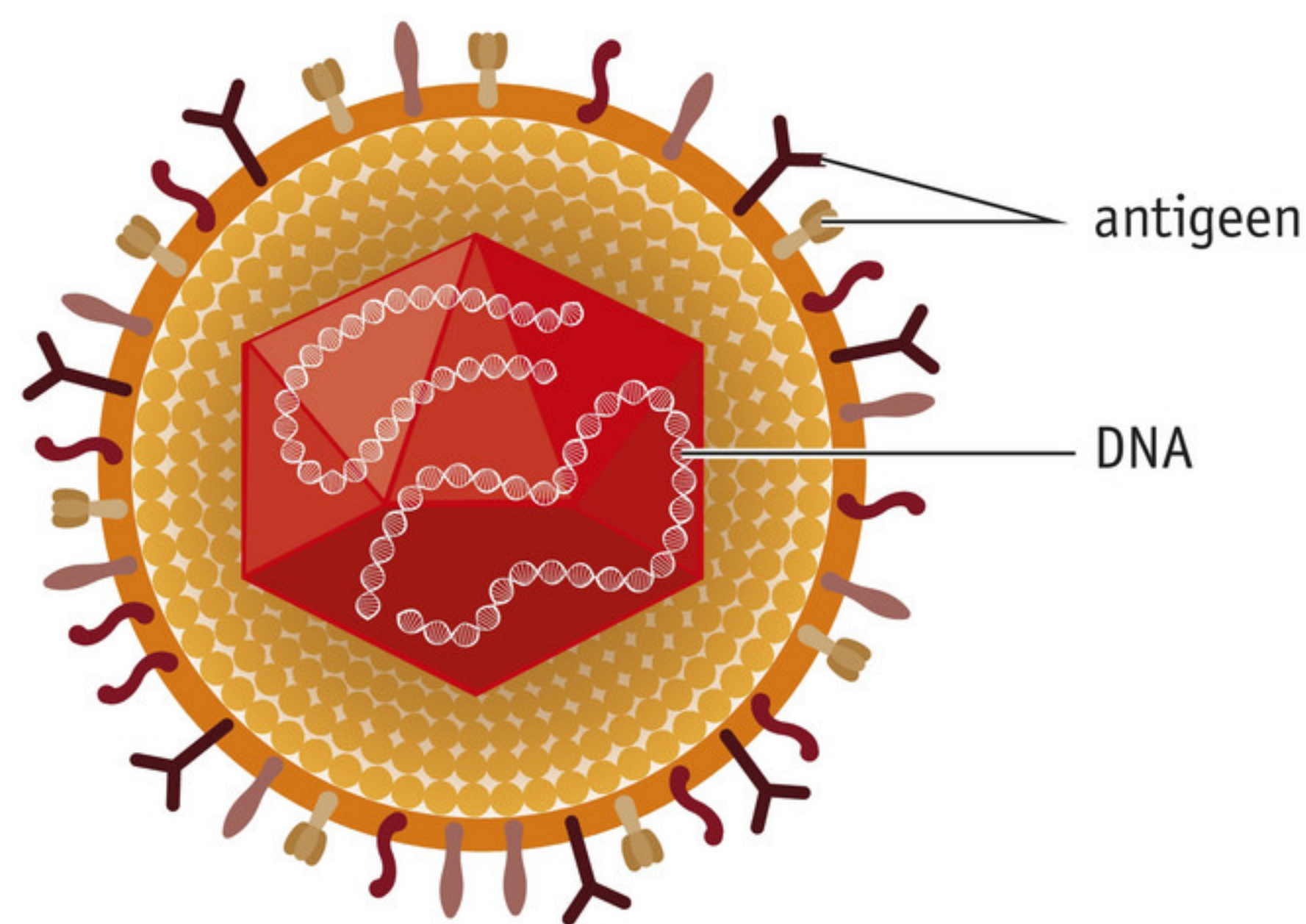
Als het ziekteverwekkers toch lukt om je lichaam binnen te dringen, heb je een **infectie**. Het **afweersysteem** of **immuunsysteem** wordt dan actief en gaat de ziekteverwekker bestrijden. De witte bloedcellen kun je zien als de ‘soldaten’ van het immuunsysteem: ze worden eropuit gestuurd om de ziekteverwekkers te vinden en te doden.

Ziekteverwekkers zijn meestal virussen of bacteriën (zie afbeelding 1 en 2). Virussen zijn geen levende wezens, want ze hebben niet alle levenskenmerken. Een virus bestaat uit DNA in een omhulsel van eiwitten. Het immuunsysteem herkent virussen en andere ziekteverwekkers aan **antigenen**. Een antigeen is een eiwit op de buitenkant van een cel of van een virus (zie afbeelding 1.2). Lichaamsvreemde antigenen activeren het immuunsysteem.

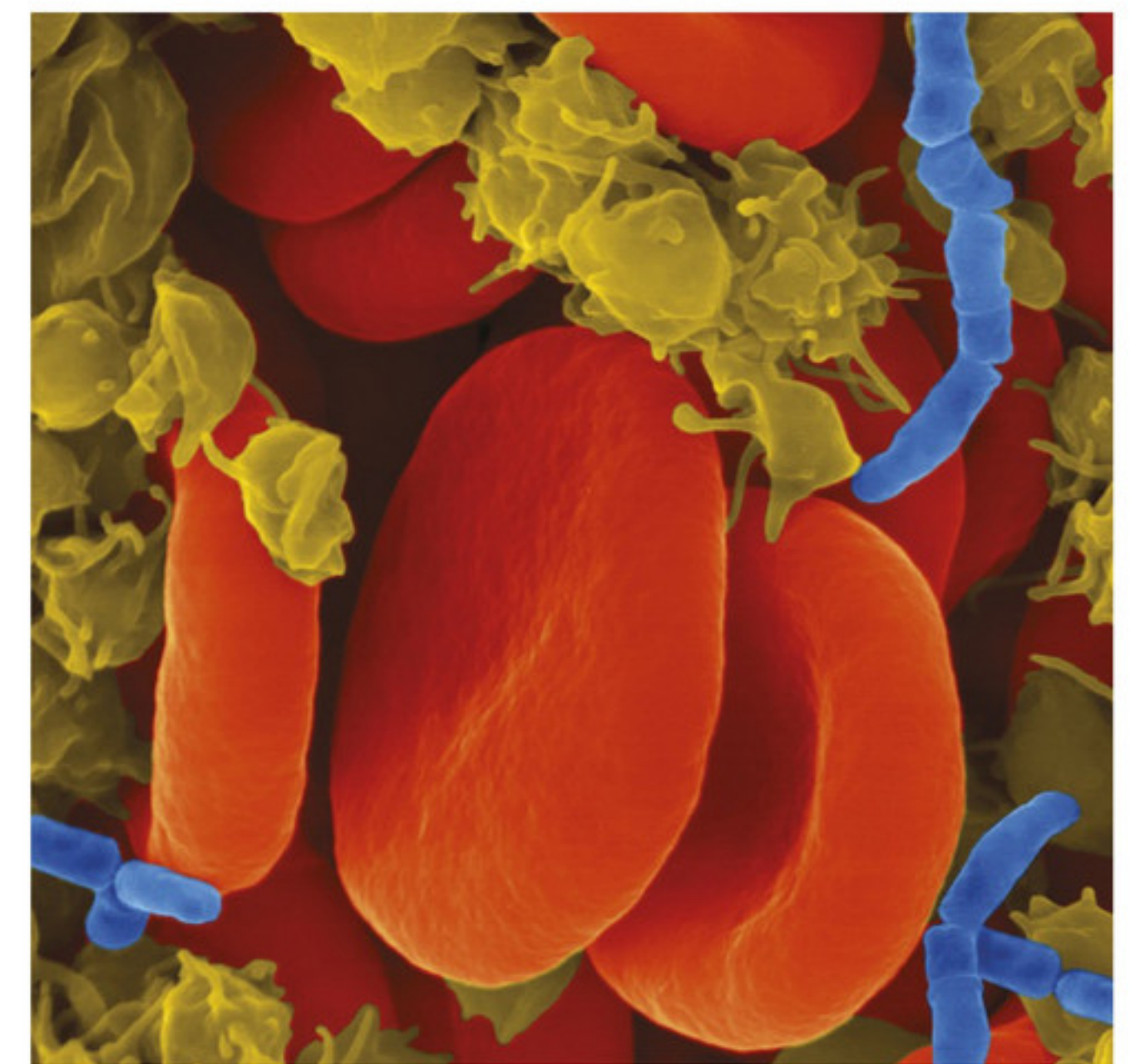


**Afb. 1** Een virus.

1 griepvirus, elektronenmicroscopische foto (gekleurd)



2 griepvirus, schematische tekening

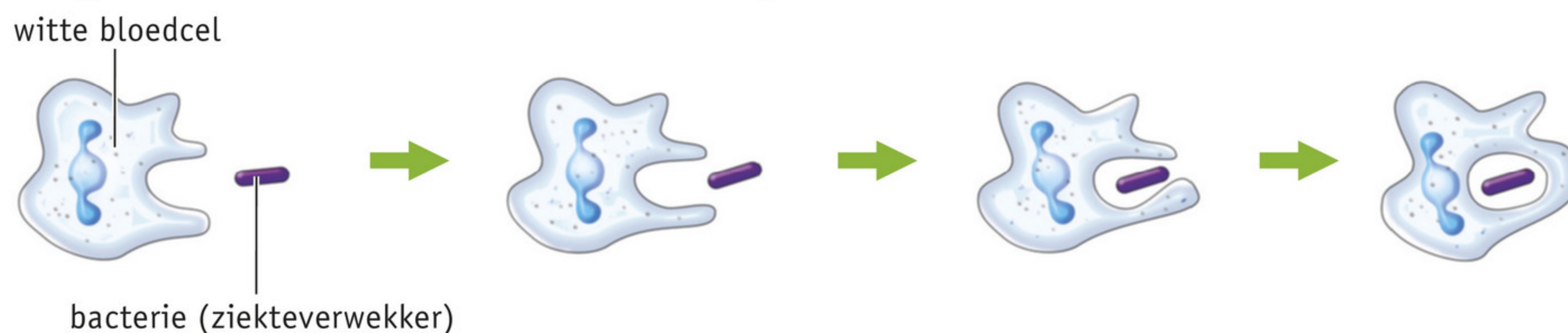
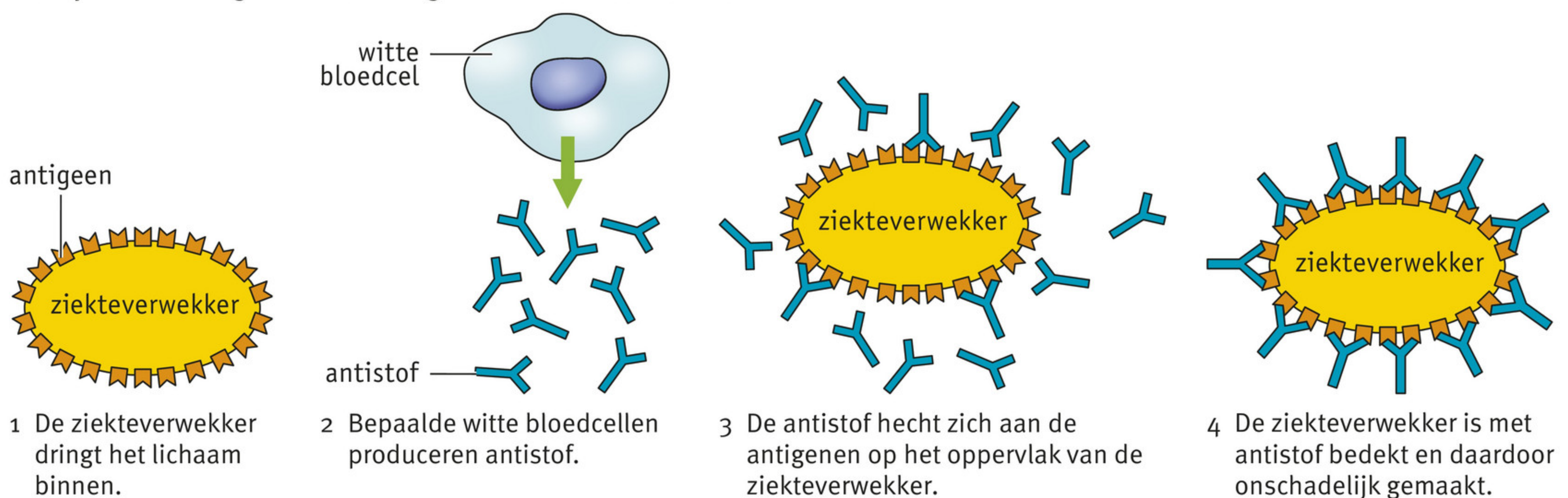
**Afb. 2** Infectie van het bloed met bacteriën (blauwgekleurd).

### ANTISTOFFEN

Er zijn verschillende typen witte bloedcellen. Bepaalde witte bloedcellen maken ziekteverwekkers onschadelijk door ze in te sluiten (zie afbeelding 3).

Een ander type witte bloedcel reageert op ziekteverwekkers door **antistoffen** te maken. Antistoffen zijn eiwitten die een ziekteverwekker onschadelijk maken. Als een ziekteverwekker je lichaam binnendringt, wordt hij door het immuunsysteem aan het antigeen herkend als lichaamsvreemde stof. Witte bloedcellen gaan dan antistof maken (zie afbeelding 4). De antistof hecht zich aan de antigenen van de ziekteverwekker. Hierdoor wordt de ziekteverwekker onschadelijk gemaakt.

Verschillende ziekteverwekkers hebben verschillende antigenen. Eén type antistof kan zich maar aan één type antigeen hechten. De witte bloedcellen in je lichaam moeten dus veel verschillende antistoffen kunnen maken. Je bloed vervoert de antistoffen door je lichaam.

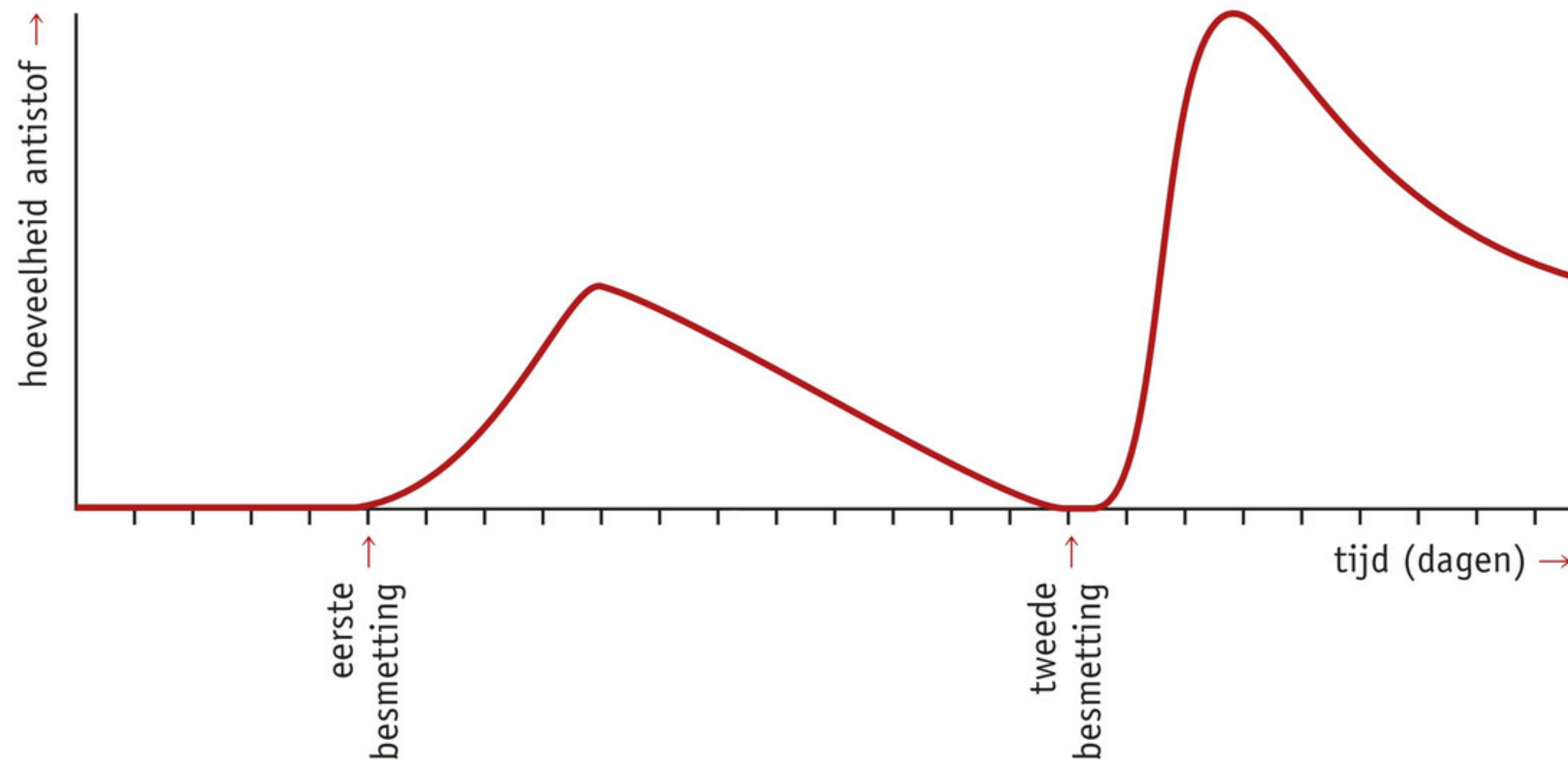
**Afb. 3** Witte bloedcel die een bacterie onschadelijk maakt.**Afb. 4** De vorming van antistof tegen een ziekteverwekker.



## IMMUNITEIT

Als je een infectie oploopt, duurt het een tijdje voor de witte bloedcellen voldoende antistof tegen de ziekteverwekker hebben gemaakt (zie afbeelding 5). Daardoor word je bij een infectie vaak eerst ziek. Als er voldoende antistof is gemaakt, word je weer beter.

**Afb. 5** Hoeveelheid antistof in het bloed na besmetting met dezelfde ziekteverwekker.



Als je witte bloedcellen een bepaald type antistof hebben gemaakt, blijft deze antistof vaak nog een tijdje aanwezig in het bloed. Bovendien ‘onthouden’ de witte bloedcellen hoe ze deze antistof moeten maken. Word je later nog een keer met dezelfde ziekteverwekker besmet, dan kunnen de witte bloedcellen vrijwel onmiddellijk antistof maken (zie afbeelding 5). Doordat snel een grote hoeveelheid antistoffen wordt gemaakt, word je niet ziek: je bent **immuun** geworden voor deze ziekte.

Veel kinderen krijgen in hun kleutertijd waterpokken. Ze worden dan ziek en maken antistof tegen de ziekteverwekker. Bij een volgende besmetting met waterpokken worden ze niet ziek: ze zijn blijvend immuun tegen waterpokken. De immuniteit is ontstaan doordat de kinderen ziek zijn geweest. Dit noem je **natuurlijke immuniteit**.

Het is ook mogelijk om op een kunstmatige manier immuun te worden voor een ziekte. Dit gebeurt als je wordt ingeënt tegen ziekten, bijvoorbeeld tegen mazelen. Bij zo’n inenting of **vaccinatie** krijg je een **vaccin** ingespoten (spreek uit: vak-sèn). Een vaccin bevat een dode of verzwakte ziekteverwekker. Je wordt daarvan niet ziek, maar je witte bloedcellen gaan wel antistoffen maken. Je wordt daardoor immuun voor deze ziekteverwekker. Immuniteit die ontstaat door vaccinatie, is **kunstmatige immuniteit**.

## VACCINATIE

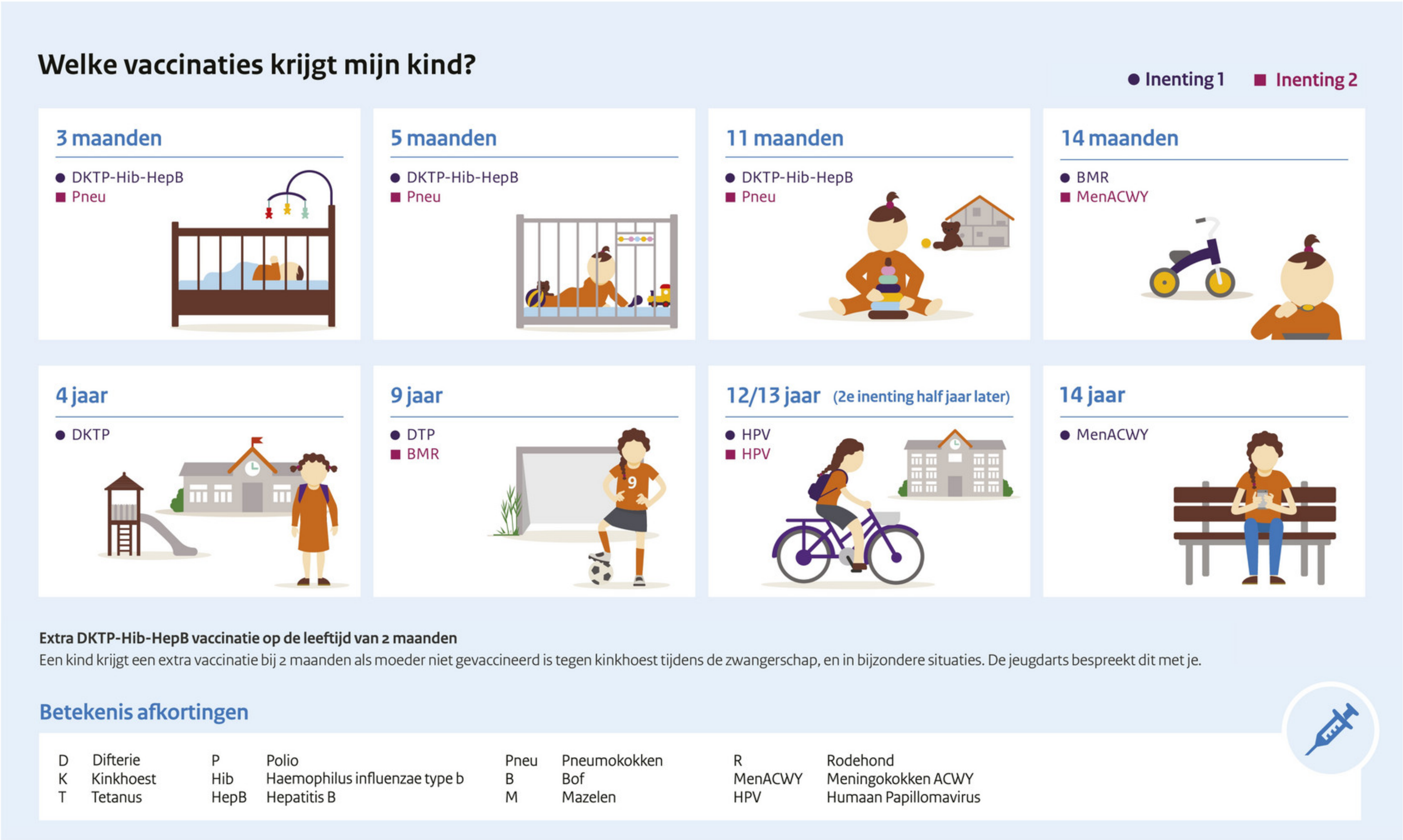
In Nederland worden kinderen gevaccineerd tegen een aantal infectieziekten (zie afbeelding 6). Dit heet het Rijksvaccinatieprogramma. Hierdoor komen ziekten waar kinderen vroeger aan dood gingen of blijvende schade aan overhielden, zoals polio en mazelen, vrijwel niet meer voor in Nederland.

Om de bevolking als geheel te beschermen is bij sommige ziekten een hoge **vaccinatiegraad** nodig. Bij mazelen bijvoorbeeld is een vaccinatiegraad van 95% nodig om ervoor te zorgen dat de ziekte zich niet kan verspreiden onder de bevolking. Dat betekent dat 95% van alle kinderen ingeënt moet zijn.

Het komt voor dat ouders hun kinderen niet (volledig) willen laten inenten. De reden kan zijn dat hun geloof het niet toestaat, of dat ze te weinig kennis hebben over vaccineren. Ze denken bijvoorbeeld dat een vaccin niet nodig is of niet veilig. Als de vaccinatiegraad te ver daalt, kunnen (jonge) niet-ingeeënte kinderen dodelijk ziek worden.



Afb. 6 Vaccinatieschema Rijksvaccinatieprogramma.



ALLERGISCHE REACTIE

Minder dan één op de miljoen kinderen krijgt een allergische reactie op de vaccinatie tegen mazelen. Bij een **allergie** ben je overgevoelig voor bepaalde stoffen. Als je deze stoffen inademt of op een andere manier binnenkrijgt, bijvoorbeeld met je voedsel, krijg je een **allergische reactie**. Je immuunsysteem reageert dan op de stof waar je overgevoelig voor bent. Je krijgt bijvoorbeeld een rode plek, huiduitslag, een branderig gevoel, jeuk of ontstekingen.

Allergische reacties kunnen soms ernstiger worden naarmate het lichaam vaker in contact komt met de stof waar je allergisch voor bent. Dan kunnen slijmvliezen opzwellen en krijg je dikke lippen, rode vlekken op de huid en word je benauwd. Dat noem je een **anafylactische reactie**. In heel ernstige gevallen kunnen de bloedvaten verwijden en kan de bloeddruk dalen. Dit is een acuut gevaarlijke situatie waar je zonder behandeling aan kunt overlijden. Jongeren met een ernstige allergie moeten daarom altijd een EpiPen bij zich dragen. Dit is een injectienaald gevuld met adrenaline, die de anafylactische reactie tegengaat.

Je kunt voor heel veel stoffen allergisch zijn, zoals voor huisstofmijt, haren van dieren, stoffen in voedsel, chemicaliën, pinda's, wespensteken en stoffen in make-up. Door een dagboekje bij te houden kun je erachter komen waar je precies allergisch voor bent.



## KENNIS

1

In afbeelding 7 is de afweerreactie van het lichaam op een ziekteverwekker getekend.

**a** Geef de namen van de delen die zijn aangegeven met P, Q en R.

P = .....

Q = .....

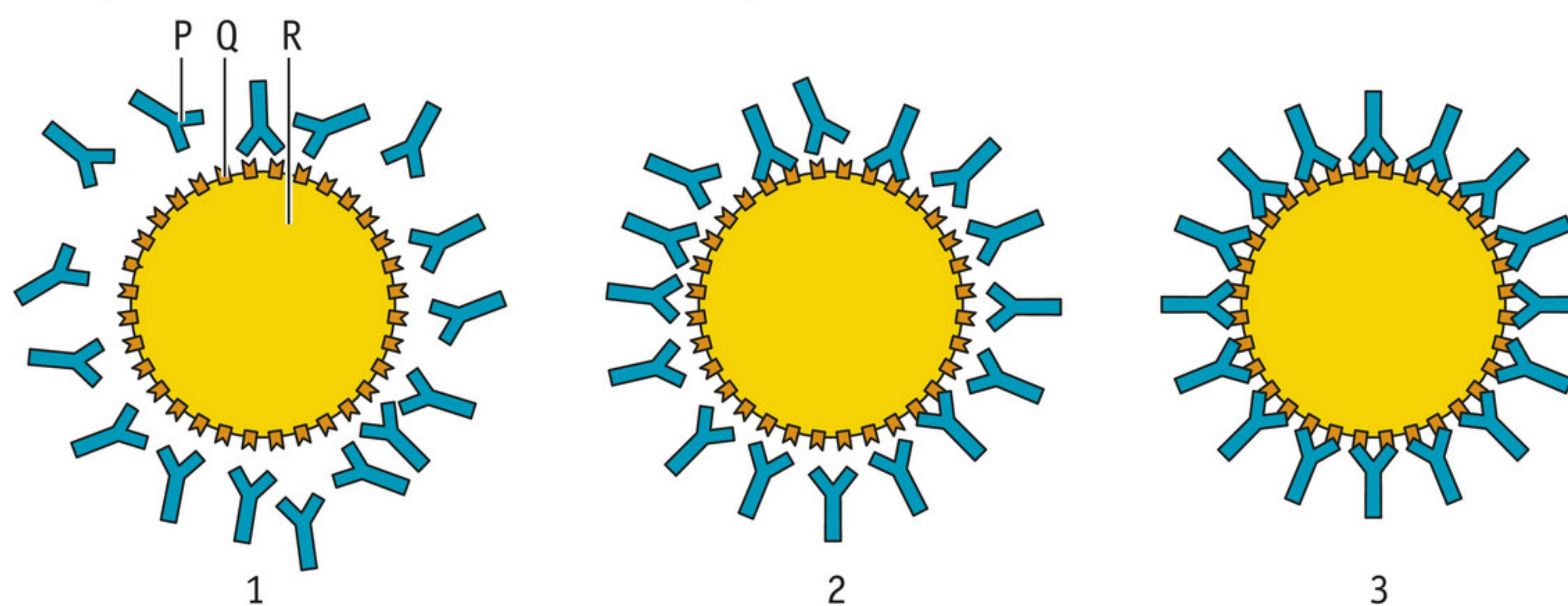
R = .....

**b** Door welke cellen worden de delen P gemaakt?

**c** Hoe wordt een ziekteverwekker herkend?

**d** In welke tekening is de ziekteverwekker nog in staat om iemand ziek te maken? Leg je antwoord uit.

**Afb. 7** Afweerreactie van het lichaam op een ziekteverwekker.



2

**a** Joost heeft een houtsplinter in zijn vinger. Op deze houtsplinter zitten bacteriën.

- De bacteriën zijn *wel* / *niet* lichaamsvreemd.
- De houtsplinter is *wel* / *niet* lichaamsvreemd.

**b** Joost haalt de splinter niet uit zijn vinger en krijgt na enkele dagen een infectie. Waardoor wordt de infectie veroorzaakt?

door *de bacteriën* / *de houtsplinter* / *de bacteriën en de houtsplinter*

**c** Op welke twee manieren worden de bacteriën door bloedcellen van het immuunsysteem onschadelijk gemaakt?

**d** De splinter is door de huidbarrière gegaan.

Welke barrières tegen ziekteverwekkers heeft het lichaam nog meer? Noteer er twee.

3

**a** Als je voor de eerste keer wordt geïnfecteerd door een bepaalde ziekteverwekker, word je meestal ziek, ondanks dat je lichaam antistof maakt. Leg uit waardoor je ziek wordt.

**b** Beschrijf in drie stappen hoe een besmetting met een virus leidt tot immuniteit voor dit virus.

**c** Wat is het verschil tussen natuurlijke immuniteit en kunstmatige immuniteit?

**d** Wat betekent 'een vaccinatiegraad van 95%'?

**e** In afbeelding 3 is weergegeven hoe een witte bloedcel een ziekteverwekker onschadelijk maakt.

Ontstaat hierdoor immuniteit voor deze ziekteverwekker? Leg je antwoord uit.

4

**a** Sommige mensen krijgen last van diarree, benauwdheid, jeuk en misselijkheid als ze producten met sojabonen eten. Hun afweersysteem reageert op de eiwitten in de sojaboon.

Hoe noem je zo'n reactie?

**b** Bij een anafylactische reactie kunnen de bloedvaten wijder worden.

Wat is het gevolg hiervan?



5

**Samenvatting**

- Maak een woordweb over infectie, antistoffen en immuniteit. Gebruik daarbij:  
*antigenen – antistoffen – dode of verzwakte ziekteverwekker – immuniteit – inenting (vaccinatie) – kunstmatige immuniteit – natuurlijke immuniteit – onschadelijk – witte bloedcellen – ziekteverschijnselen – ziekteverwekker.*
- Maak de tekst over allergie af.

**Allergie**

Een allergie is .....

.....

Allergische reactie: .....

.....

.....

Anafylactische reactie: .....

.....

.....



## INZICHT

6

Ziekteverwekkende bacteriën kunnen bij de mens infecties in de nieren veroorzaken. Niet elke ziekteverwekkende bacterie die in de nieren terechtkomt, veroorzaakt daar een infectie. De bacterie kan bijvoorbeeld met de urine worden weggespoeld of werkt niet krachtig genoeg om een infectie te veroorzaken.

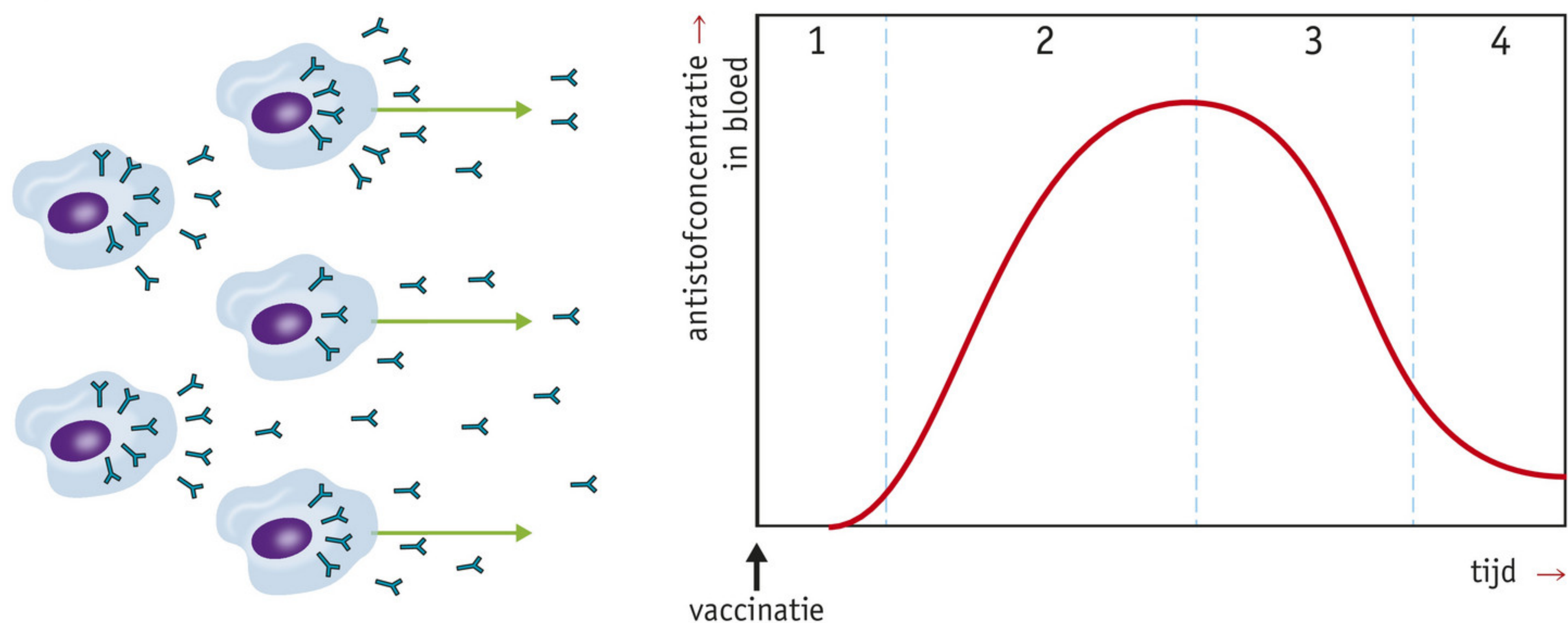
- Geef nog twee andere oorzaken waardoor niet elke ziekteverwekkende bacterie een infectie veroorzaakt.
- Een ziekteverwekkende bacterie in de nieren deelt zich enkele keren. Hebben de nieuwe bacteriën dezelfde antigenen of verschillende antigenen? Leg je antwoord uit.
- De bacterie *Vibrio cholerae* veroorzaakt de ziekte cholera waarbij je ernstige diarree krijgt en kunt uitdrogen. De bacterie *Mycobacterium tuberculosis* veroorzaakt tuberculose waardoor je ontstekingen krijgt in je lichaam, meestal in de longen. Zijn de antigenen van deze bacteriën hetzelfde of zijn ze verschillend? Leg je antwoord uit.
- Waterpokken worden veroorzaakt door een virus. Ziggy heeft waterpokken gehad en heeft daardoor antistof tegen het waterpokkenvirus in zijn bloed. Is deze antistof ook werkzaam tegen het virus dat mazelen veroorzaakt? Leg je antwoord uit.

7

Volgens het Rijksvaccinatieprogramma kunnen kinderen in Nederland worden ingeënt tegen tetanus. Tetanus wordt veroorzaakt door de bacterie *Clostridium tetani* die voorkomt in aarde en straatvuil. De bacterie kan het lichaam binnenkomen via een wondje. Ook door een beet van een huisdier kun je tetanus krijgen. Mensen kunnen elkaar niet besmetten. Na de infectie gaat de bacterie zich delen. De bacteriën produceren een zeer sterke gifstof (tetanustoxine) waardoor spieren verkrampen en uiteindelijk de ademhalingsspieren of het hart worden stilgezet.

- De gifstof van *Clostridium tetani* werkt heel snel. De antistoffen moeten daarom al voor een infectie voldoende aanwezig zijn in het bloed. Leg dat uit.
- Freek wordt gevaccineerd tegen tetanus. Na de vaccinatie verandert de concentratie antistoffen in zijn bloed. Deze verandering is weergegeven in het diagram van afbeelding 8.2. De tijd na de vaccinatie is in het diagram verdeeld in de perioden 1 tot en met 4. In welke van deze perioden treedt de gebeurtenis uit afbeelding 8.1 vooral op? Leg je antwoord uit.
- Na een aantal jaren wordt Freek opnieuw gevaccineerd tegen tetanus, omdat hij een reis wil maken naar Afrika. Worden de antistoffen tegen tetanus dan minder snel, even snel of sneller geproduceerd dan na de eerste vaccinatie? Leg je antwoord uit.

Afb. 8





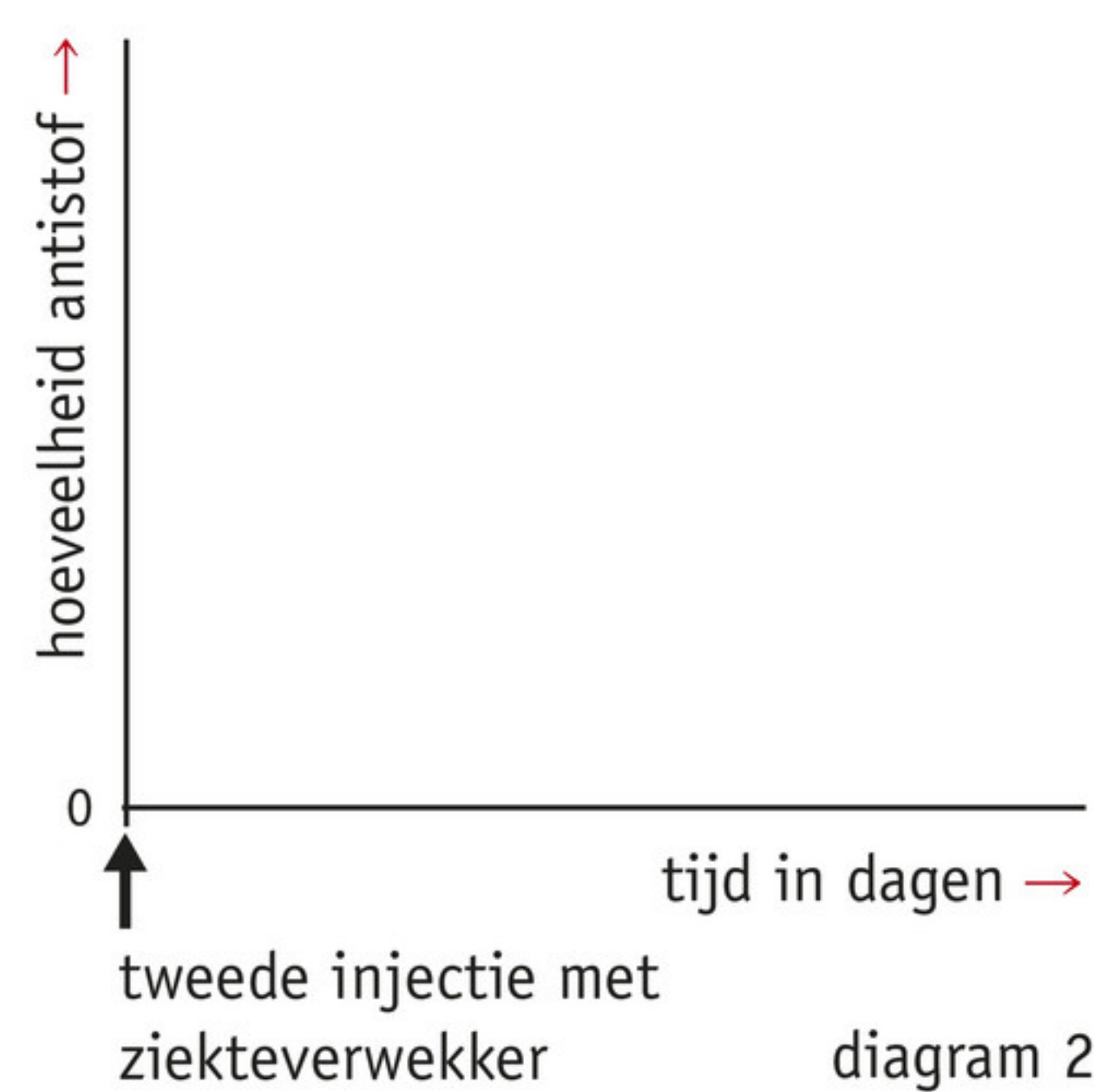
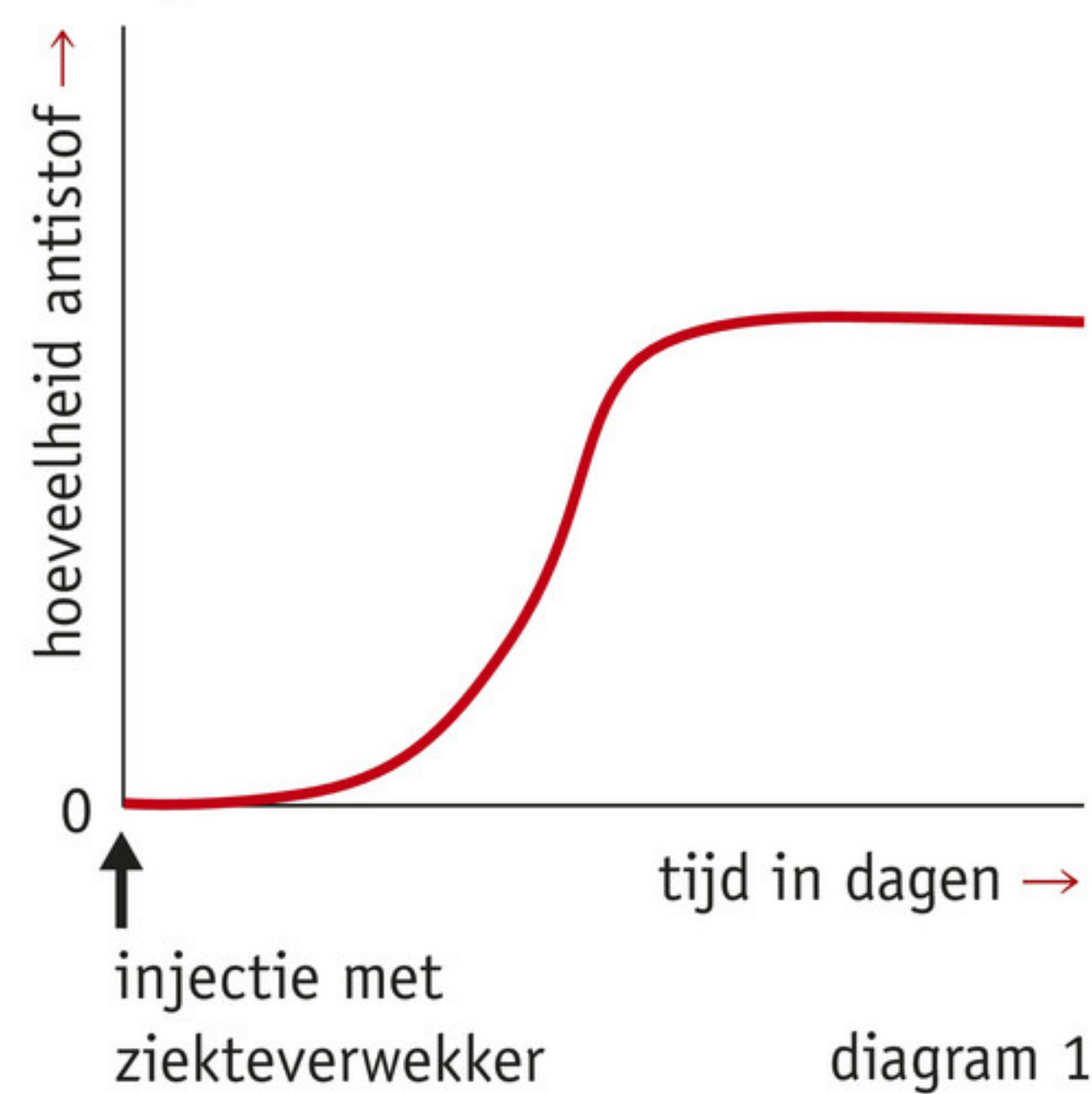
8

Griep wordt veroorzaakt door het griepvirus (influenzavirus). Het is een besmettelijke ziekte van de luchtwegen. Griep komt in Nederland elk jaar voor, meestal in de wintermaanden. Omdat er verschillende soorten griepvirussen zijn die steeds veranderen, kun je elke keer opnieuw griep krijgen. Om griep te voorkomen, kun je je laten inenten met een grieprik. De grieprik bevat dode of verzwakte griepvirussen.

- a** Is de immuniteit die ontstaat door de grieprik kunstmatig of natuurlijk? Leg je antwoord uit.
- b** Waarom bevat een grieprik geen levende griepvirussen?
- c** Marit krijgt een grieprik en maakt daardoor antistoffen. In diagram 1 van afbeelding 9 zie je het verloop van de vorming van deze antistoffen. Een jaar later krijgt Marit opnieuw een grieprik met dezelfde dode en verzwakte griepvirussen. Teken in diagram 2 het verloop van de vorming van antistoffen na de tweede grieprik.
- d** De antigenen op de buitenkant van griepvirussen veranderen steeds door omgevingsfactoren.  
Leg uit waarom het niet mogelijk is om door vaccinatie immuun te worden voor griep.



Afb. 9



9

Een anafylactische reactie kan direct ontstaan als je in contact komt met een stof waar je overgevoelig voor bent. In sommige gevallen duurt het langer, maar meestal ontstaat een anafylactische reactie binnen een uur.

- a** Bij een anafylactische reactie kunnen de slijmvliezen in de luchtwegen opzwellen.  
Leg uit waarom dat gevaarlijk is.
- b** Door een anafylactische reactie kan de bloeddruk plotseling lager worden.  
Leg uit waarom dat levensbedreigend is.

+ 10

Het hiv-virus gebruikt witte bloedcellen om zichzelf te vermenigvuldigen. Geïnfecteerde witte bloedcellen gaan hierdoor kapot.

Leg uit waardoor het afweersysteem niet goed meer kan werken als je bent geïnfecteerd met het hiv-virus.



## SAMENHANG leefwereld

**ORGAANDONATIE**

Als je in Nederland 18 jaar wordt, krijg je een brief met de vraag om je keuze over orgaandonatie en weefseldonatie vast te leggen in het Donorregister. Je hebt meerdere keuzemogelijkheden: je kunt wel of geen toestemming geven voor orgaandonatie of je laat de beslissing over aan je partner, je familie of een ander gekozen persoon. Veel Nederlanders kiezen niet, waarschijnlijk omdat ze orgaandonatie een eng idee vinden. Daardoor laten ze de uiteindelijke keuze over aan familieleden en partners.

Doodgaan kan op twee manieren: of je lichaam geeft het op, of je hersenen houden ermee op. Wanneer je lichaam het opgeeft, is het voor alle nabestaanden duidelijk dat dit onomkeerbaar is. De organen van de overledene moeten dan binnen vier tot twaalf uur worden getransplanteerd. Wanneer de hersenen ermee ophouden, zorgt een beademingsmachine ervoor dat het hart blijft kloppen en er zuurstofrijk bloed door het lichaam blijft stromen. Voordat er kan worden gesproken over orgaandonatie moet dan eerst worden vastgesteld of de patiënt hersendood is. Familie en partners hebben dan vaak het idee dat de persoon er nog is en willen niet altijd geloven dat de situatie onomkeerbaar is. 67% geeft daarom geen toestemming voor donatie.

Afb. 10 Het donorregistratieformulier.



11

Lees de tekst 'Orgaandonatie'.

Veel mensen denken niet graag na over de dood. Ook met familieleden of hun partner praten ze er liever niet over.

- a** Leg uit waardoor het voor nabestaanden moeilijk is om een beslissing te nemen over orgaandonatie van een overleden familielid of partner.
- b** Jongeren van 12 tot en met 18 jaar kunnen zich al registreren als orgaan- en weefseldonor. Maar als zij overlijden en jonger zijn dan 16 jaar, mogen ouders of een voogd bezwaar maken tegen donatie, ook als de jongere als donor geregistreerd staat. Wil jij je als orgaandonor registreren? Licht je antwoord toe.
- c** Op de celmembranen van lichaamscellen bij zoogdieren komen ook eiwitten (antigenen) voor. Deze zijn uniek voor ieder individu. Bij een transplantatie wordt een aangetast weefsel of orgaan vervangen. Het nieuwe weefsel of orgaan komt van iemand anders: een donor. Soms accepteert het lichaam van een patiënt het donorweefsel of het donororgaan niet.  
Leg uit waarom het lichaam van een patiënt het donorweefsel of het donororgaan niet accepteert.
- d** Het afweersysteem van de patiënt probeert soms het donorweefsel of donororgaan 'onschadelijk' te maken. Dat noem je een afstotingsreactie.  
Leg uit wat er gebeurt bij een afstotingsreactie na een transplantatie met donorweefsel of een donororgaan.
- e** Bij een acute afstotingsreactie wordt het donorweefsel of donororgaan vrij kort na de transplantatie uitgeschakeld.  
Leg uit waardoor donorweefsel of een donororgaan wordt uitgeschakeld door een acute afstotingsreactie.



6

Gezond leven

LEERDOELEN

- 3.6.11

Je kunt aangeven hoe je je hart en bloedvaten gezond kunt houden.
- 3.6.12

Je kunt de gevolgen van alcohol op korte termijn en op lange termijn noemen.
- Leren onderzoeken 3

► Practicum 2

| TAXONOMIE  | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN |         |        |
|------------|--------------------------|---------|--------|
|            | 3.6.11                   | 3.6.12  | 3.2.3* |
| Onthouden  | 2ab, 3d                  | 4b      |        |
| Begrijpen  | 1, 2c, 3abc, 5           | 4acd, 5 |        |
| Toepassen  | 6bc, 7d, 10abc           | 8bde    | 7b     |
| Analyseren | 6ad, 7ac, 9, 10cd        | 8ac     |        |

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

Het bloed vervoert allerlei stoffen door het lichaam, zoals voedingsstoffen en zuurstof. Ook schadelijke of verslavende stoffen worden door het bloed vervoerd. Daardoor kunnen bloedvaten kapotgaan.

BLOEDDRUK

De **bloeddruk** is de druk die het bloed uitoefent op de wanden van de slagaders als het wordt rondgepompt. De bloeddruk wordt gemeten met een bloeddrukmeter (zie afbeelding 1). Bij toenemende inspanning of als je opwindt, stijgt de bloeddruk tijdelijk. In rust daalt de bloeddruk weer. Een te lage bloeddruk komt niet vaak voor, en kan meestal weinig kwaad. Een te hoge bloeddruk komt vaker voor, en kan wel schadelijk zijn. Oorzaken van te hoge bloeddruk zijn onder andere stress, roken, overgewicht en zout eten. Langdurig hoge bloeddruk beschadigt de wanden van de slagaders.

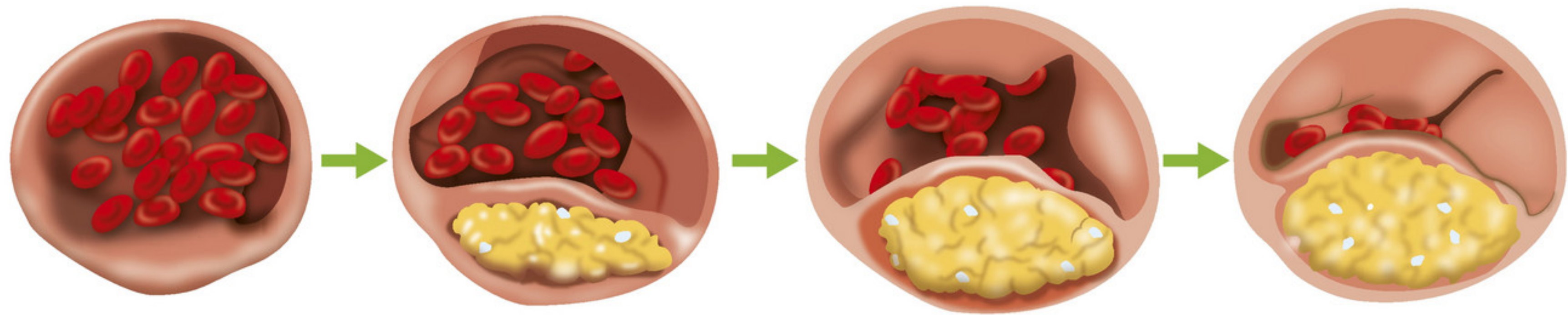
Afb. 1 De bloeddruk meten.



SLAGADERVERKALKING

Als de wand van een slagader beschadigt, kunnen er witte bloedcellen en vetachtige stoffen uit het bloed, zoals **cholesterol**, doorheen dringen. Deze stoffen hopen zich op in de wand van het bloedvat. Hierdoor ontstaat een verdikking, die uiteindelijk hard wordt door kalk. Dit noem je **slagaderverkalking** of atherosclerose (zie afbeelding 2). Het bloedvat wordt nauwer en stijver (minder elastisch). Hierdoor stijgt de bloeddruk. Het hart moet meer kracht leveren om het bloed door de vernauwde bloedvaten te pompen en kan overbelast raken. Het weefsel achter het vernauwde bloedvat krijgt minder bloed, en dus minder zuurstof. Daardoor werkt het weefsel of orgaan slechter of helemaal niet meer.

Afb. 2 Slagaderverkalking.





Slagaderverkalking is een proces dat jaren duurt en al op jonge leeftijd begint. Iedereen krijgt het uiteindelijk, maar niet iedereen krijgt er ook last van. Door niet te roken, gezond te eten en regelmatig te bewegen verlaag je de kans op slagaderverkalking.

### HARTINFARCT

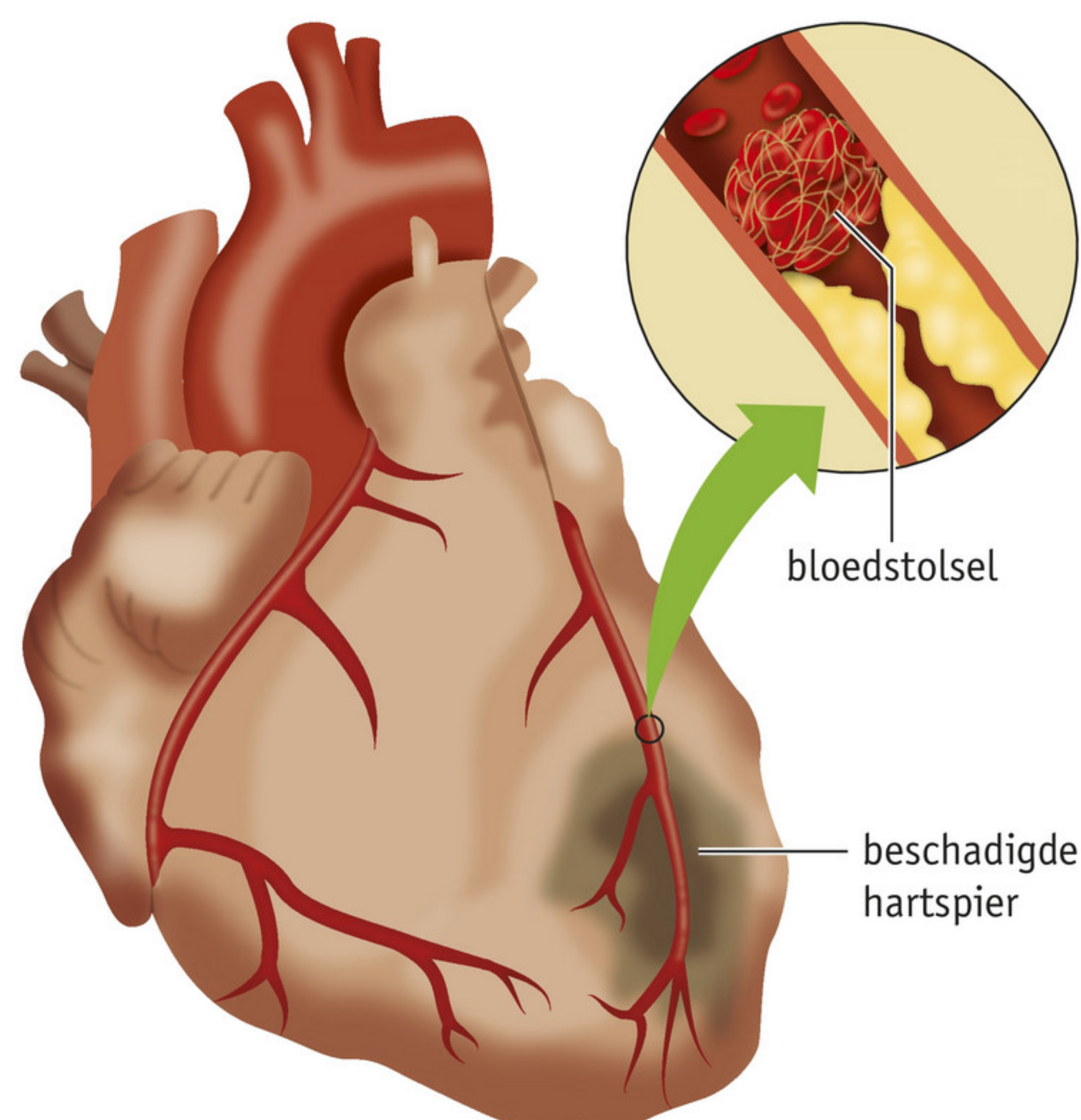
De verdikking wordt meestal niet zo groot dat hij de slagader afsluit. Maar er kunnen wel scheurtjes in ontstaan. Als dat gebeurt, stolt het bloed op het scheurtje en ontstaat er een bloedstolsel. Dit kun je vergelijken met een wondje op de huid waar een korstje op komt. Zo'n bloedstolsel kan de slagader wel snel afsluiten. Ook kan er een stukje van het bloedstolsel afbreken. Dit wordt dan door de bloedstroom meegevoerd. Verderop kan het stolsel terechtkomen in een bloedvat waar het niet doorheen past. Dat bloedvat raakt dan plotseling verstopt.

Gebeurt dit in een kransslagader van het hart, dan heeft iemand een hartaanval of **hartinfarct**. Een deel van het hart krijgt ineens geen zuurstof meer en raakt beschadigd (zie afbeelding 3).

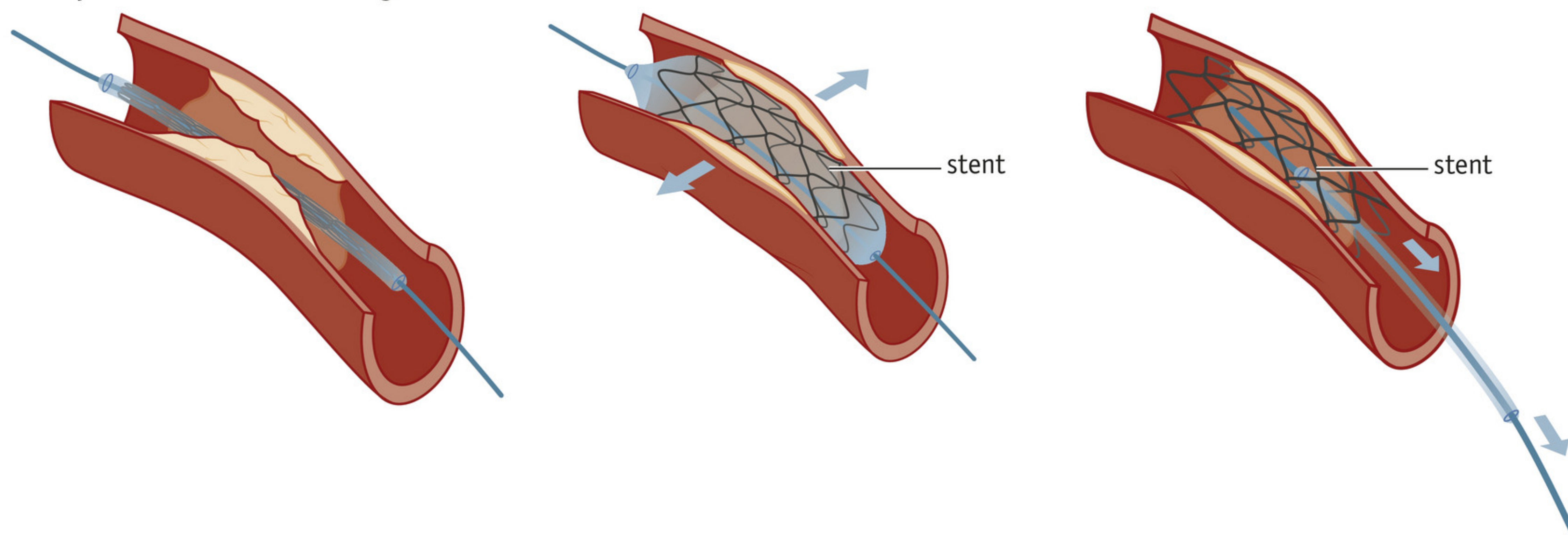
Als het afgestorven deel groot is, is een hartinfarct meestal dodelijk. Maar de meeste hartpatiënten krijgen niet meteen een ernstig hartinfarct. Ze krijgen vaak eerst een 'waarschuwing', die ook wel **angina pectoris** wordt genoemd. Raakt een kleine aftakking van de kransslagader verstopt, dan kan meestal een andere aftakking de taak overnemen.

Als een kransslagader sterk vernauwd is, kan deze worden gedotterd. Bij een dotterbehandeling wordt via een sneetje in de lies een vernauwing in een kransslagader opgerekt met een soort ballonnetje (zie afbeelding 4). Ook kan er een stent worden geplaatst. Een **stent** is een soort gaasbuisje van metaal draad dat de vernauwde kransslagader oprekt en openhoudt waardoor het bloed er weer goed doorheen kan stromen.

Afb. 3 Een hartinfarct.



Afb. 4 Een dotterbehandeling met stent.



1 Een slangetje met aan het uiteinde een ballonnetje en stent wordt tot in de kransslagader geschoven.

2 Door het oppompen van het ballonnetje brokkelt de kalkafzetting af en wordt de stent opgerekt.

3 Het slangetje wordt teruggetrokken, de stent blijft zitten.



## GEZONDE LEEFSTIJL

Gezond leven verkleint de kans op hart- en vaatziekten. **Hart- en vaatziekten** is de verzamelnaam voor ziekten aan hart en bloedvaten. Sommige mensen hebben door erfelijke factoren meer kans op hart- en vaatziekten. Aan deze oorzaak kun je niets doen. Aan andere oorzaken van hart- en vaatziekten kun je zelf meestal wel wat doen. Het allerbelangrijkste is een gezonde leefstijl (zie afbeelding 5).

### Afb. 5

#### Een gezonde leefstijl

- 1 Niet roken is heel belangrijk voor hart en bloedvaten.
- 2 Drink geen alcohol, en na je 18e niet meer dan één glas per dag.
- 3 Eet gezond en gevarieerd (veel vitaminen, mineralen en vezels, weinig verzadigd vet en zout).
- 4 Beweeg regelmatig (minimaal een halfuur per dag).
- 5 Voorkom stress en zorg voor voldoende ontspanning.

Stress en spanning vergroten de kans op hoge bloeddruk en op hart- en vaatziekten. Stress merk je bijvoorbeeld aan gespannen kaken of een gespannen gezicht, een snelle of hoge ademhaling of druk op de borst. Ook uit je emoties of gedrag kan blijken dat je last hebt van stress. Je wordt bijvoorbeeld sneller boos of je voelt je gefrustreerd. Sommige mensen zijn eerder bang of nerveus. Het kan ook zijn dat je bepaalde situaties vermijdt of jezelf terugtrekt.

Als je last hebt van spanning of stress, probeer er dan iets aan te doen (zie afbeelding 6). Ga naar de huisarts als je lange tijd last hebt van stress.

### Afb. 6

#### Zeven tips voor minder stress

- 1 Schrijf op wat je leuk vindt en maak daar tijd voor.
- 2 Houd een grote opruiming in je kamer en daarmee in je hoofd.
- 3 Houd tijd vrij voor onverwachte gebeurtenissen.
- 4 Doe één ding tegelijk en neem daar de tijd voor.
- 5 Kies voor een gezonde leefstijl (zie afbeelding 5).
- 6 Houd een vast dag- en nachtritme aan.
- 7 Prop niet te veel activiteiten in een dag.

*Bron: Hartstichting.*

## ALCOHOL

Alcohol is een stof met een verdovende werking. Als iemand alcohol drinkt, komt dit via het bloed op vrijwel alle plaatsen in het lichaam terecht. Dat beïnvloedt allerlei organen, zoals de lever, de zintuigen en het zenuwstelsel. Het waarnemingsvermogen en het reactievermogen nemen af door het drinken van alcohol. Remmingen vallen weg, het geheugen vermindert en de zelfkritiek verdwijnt. Hoe meer iemand drinkt, hoe sterker de effecten.

Jongeren zijn extra gevoelig voor de werking van alcohol. Zij hebben daardoor meer kans op hersenschade na het drinken van alcohol. Dat komt doordat de hersenen zich tot ongeveer het 24e levensjaar ontwikkelen. Alcohol verstoort die ontwikkeling. Ook de kans op verslaving is groter bij jongeren. In Nederland is het daarom verboden om alcohol te verkopen aan mensen onder de 18 jaar.



Alcohol wordt via de maag en darmen in het bloed opgenomen en wordt afgebroken in de lever. De afbraakproducten worden via de nieren uitgescheiden in de urine, samen met veel vocht uit het lichaam. Na het gebruik van alcohol heb je kans op een **kater**. Bij een kater heb je vaak hoofdpijn en enorme dorst. Ook kun je misselijk zijn. Een kater ontstaat vooral door vochtverlies en door de giftige stoffen die ontstaan bij de afbraak van alcohol.

Alcohol wordt opgenomen in het bloed en verdeelt zich daarna over het lichaamsvocht. Het alcoholgehalte in het bloed wordt uitgedrukt in een promillage (‰). Eén promille (1‰) alcohol betekent één milligram alcohol per milliliter bloed. Hoe groter het lichaam, hoe meer vocht het bevat. Een glas alcohol zorgt in een kleiner lichaam dus voor een hoger alcoholgehalte dan in een groter lichaam.

**Tabel 1** Effecten van alcohol op korte termijn.

| Promille (‰) | Aantal glazen (volwassenen) | Effecten              | Gevolgen                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,5          | 1 (V)<br>1–2 (M)            | opwekkend             | Iemand voelt zich alert, ontspannen, vrolijk en praat gemakkelijker. De eetlust neemt toe. De polsslag en ademhaling gaan sneller en de bloedvaten verwijden zich waardoor iemand het warm krijgt.                                           |
| 0,5–1,5      | 2–5 (V)<br>3–7 (M)          | verminderde remmingen | Stemming en gedrag veranderen. Natuurlijke remmingen worden minder, iemand denkt meer te kunnen (overmoedig), het geheugen wordt minder, de reactiesnelheid gaat omlaag. Gevaarlijk in het verkeer.                                          |
| 1,5–3        | 6–9 (V)<br>8–14 (M)         | verminderde controle  | Controle over de spieren wordt minder. Iemand wordt overdreven emotioneel, lacht of huilt eerder, is sneller boos. Zelfkritiek verdwijnt, het gezicht wordt rood. Kans op een black-out (de volgende dag niet meer weten wat er is gebeurd). |
| 3–4          | 10–13 (V)<br>15–19 (M)      | verdooving            | Zintuigen raken verdoofd. Iemand raakt in de war, weet niet meer wat hij hoort of ziet.                                                                                                                                                      |

V = vrouw, M = man

Bron: Jellinek.

Als iemand nog meer drinkt dan aangegeven in tabel 1, kan hij bewusteloos raken. Hij heeft dan een **alcoholvergiftiging**. Jongeren kunnen al bij zeven glazen (1,7‰) een alcoholvergiftiging oplopen. Boven de 4‰ kan iemand in coma raken en overlijden. Vooral bij **bingedrinking** is het risico op een alcoholvergiftiging groot. Bingedrinking betekent in korte tijd veel alcohol drinken, waardoor het alcoholgehalte in het bloed snel stijgt tot 0,8‰ of hoger. Door de plotselinge hoge concentratie alcohol kunnen organen en vooral de hersenen ernstig beschadigen.

Alcoholgebruik heeft ook effecten op de lange termijn:

- Alcohol verstoort de ontwikkeling van de hersenen.
- Alcohol verstoort de balans tussen de hormonen.
- Lever, hersenen, maag en hart kunnen beschadigd raken.
- Het geheugen en de prestaties op school, studie en werk gaan achteruit.



## KENNIS

1

Hoge bloeddruk kan schadelijk zijn.

- a Hoe kun je erachter komen dat je hoge bloeddruk hebt?
- b In welk bloedvat meet de arts in afbeelding 1 de bloeddruk?
- c Na het ontbijt meet Bram zijn bloeddruk. Daarna gaat hij een uur hardlopen. Direct na het hardlopen meet hij zijn bloeddruk opnieuw.  
De bloeddruk is na het ontbijt *hoger* / *lager* dan direct na het hardlopen.

2

Een beschadiging in de wand van een slagader kan leiden tot slagaderverkalking.

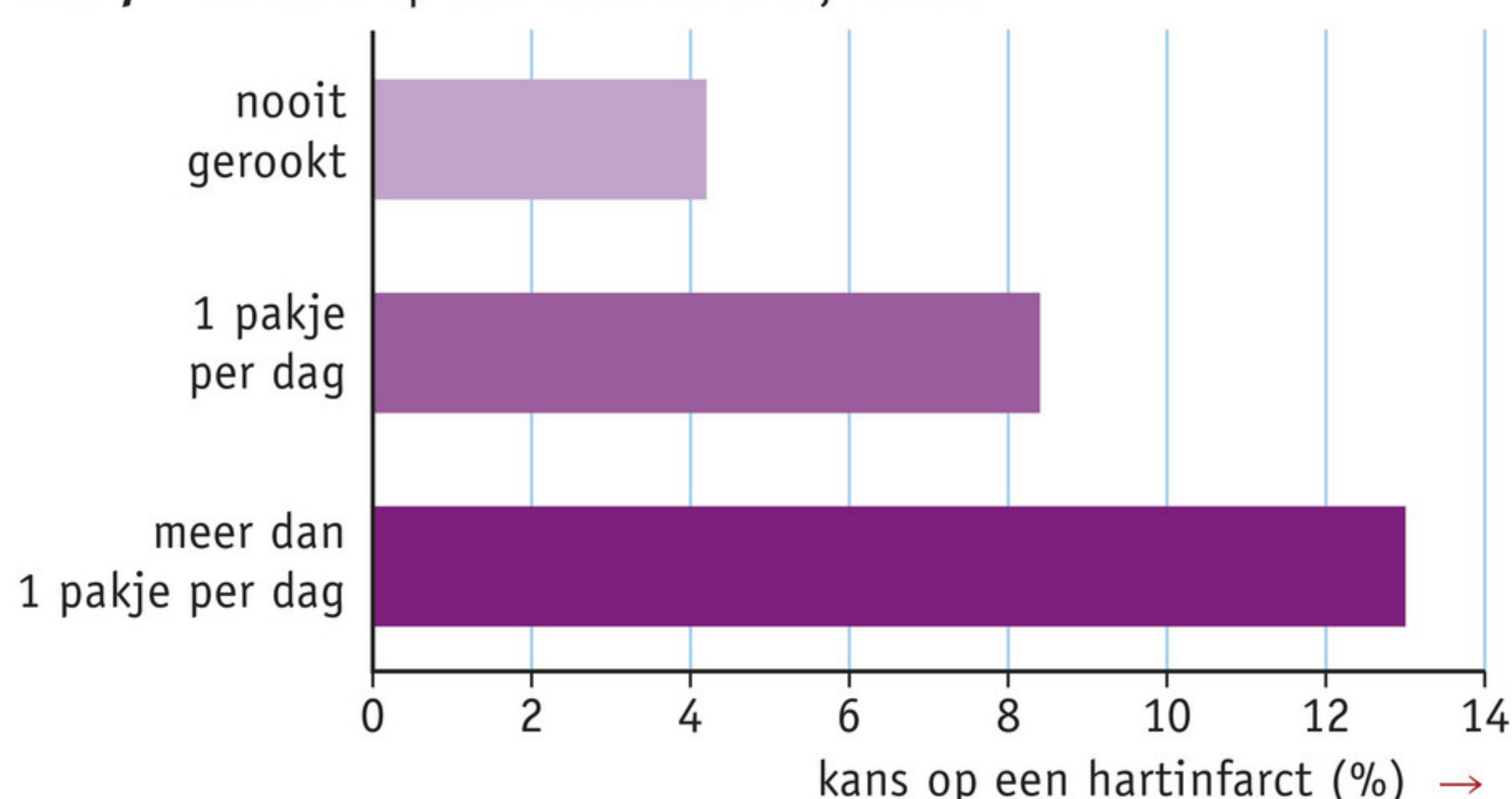
- a Wat is het gevolg van slagaderverkalking voor een bloedvat?
- b Door slagaderverkalking *daalt* / *stijgt* de bloeddruk en moet de hartspier *meer* / *minder* kracht leveren.
- c Leg uit hoe stress hart- en vaatziekten kan veroorzaken.

3

In het diagram van afbeelding 7 is de gemiddelde kans op een hartinfarct in relatie tot roken weergegeven.

- a Wat gebeurt er bij een hartinfarct?
- b Perrie rookt een pakje sigaretten per dag.  
Hoeveel keer groter is de kans dat hij een hartinfarct krijgt, in vergelijking met iemand die niet rookt? Leg je antwoord uit.
- c De meeste hartpatiënten krijgen niet meteen een ernstig hartinfarct, maar krijgen eerst een 'waarschuwing'.  
Geef de naam van deze 'waarschuwing' en leg uit wat er gebeurt.
- d Een cardioloog (hartspecialist) ontdekt dat een kransslagader bij Perrie sterk is vernauwd.  
Hoe kan de cardioloog de vernauwing behandelen? Leg je antwoord uit.

**Afb. 7** De kans op een hartinfarct bij roken.



4

Door het drinken van alcohol vallen remmingen weg, vermindert het geheugen en verdwijnt de zelfkritiek.

- a Welk orgaan is verantwoordelijk voor deze veranderingen in het gedrag? .....
- b Alcohol wordt afgebroken in de .....
- c Alcohol zorgt ervoor dat je *meer* / *minder* moet plassen.
- d Na het drinken van een glas bier is het alcoholpromillage in een groter lichaam *hoger* / *lager* dan in een kleiner lichaam.



5



Samenvatting

Vul de tabellen in en maak de tekst af.

| Omschrijving                                                           | Aandoening | Oorzaken | Gevolgen |
|------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|
| Hoge druk die het bloed uitoefent op de wand van de slagaders          |            |          |          |
| Vernauwing van bloedvaten                                              |            |          |          |
| Een deel van de hartspier krijgt geen zuurstof en voedingsstoffen meer |            |          |          |

| Gevolgen van alcohol op de korte termijn | Gevolgen van alcohol op de lange termijn |
|------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                          |                                          |
|                                          |                                          |
|                                          |                                          |
|                                          |                                          |

Je kunt de kans op hart- en vaatziekten verkleinen door:



## INZICHT

6

In zoete drop zit meer zout dan in zoute drop. Dat proef je niet doordat er ook meer suiker in zoete drop zit. Daarnaast zit er in drop nog een ander stofje dat net als zout voor een hoge bloeddruk kan zorgen: glycyrrhizinezuur. Zout en glycyrrhizinezuur zorgen ervoor dat je lichaam vocht vasthoudt.

- a** Waardoor stijgt je bloeddruk als je meer vocht vasthoudt?
- b** In zoethout zit ook glycyrrhizinezuur.  
Kan het drinken van zoethoutthee tot een hoge bloeddruk leiden?
- c** Het Voedingscentrum raadt kinderen aan om niet meer dan vijf dropjes (25 g) per dag te eten. In zoete drop zit 0,2 g zout per 100 g.  
Hoeveel gram zout zit er in vijf dropjes? Geef de berekening.
- d** Per dag mag je volgens het Voedingscentrum maximaal 6 g zout binnenkrijgen.  
Vergelijk deze maximale hoeveelheid met je antwoord op vraag c.  
Waarom geeft het Voedingscentrum jou het advies om maximaal vijf dropjes per dag te eten?

7

Een van de klachten die ertoe kan leiden dat iemand op de afdeling cardiologie terechtkomt, is angina pectoris (pijn op de borst). De pijn wordt veroorzaakt doordat bepaalde delen van het hart minder zuurstof krijgen. Als dit op tijd ontdekt wordt, kan worden besloten om te dotteren.

- a** Tijdens het dotteren veroorzaakt het opgeblazen ballonnetje ook tijdelijk pijn op de borst.  
Leg uit hoe dat komt. Je kunt hierbij afbeelding 4.2 gebruiken.
- b** Via welke bloedvaten bereikt het ballonnetje aan het slangetje de verstopte kransslagader als er een sneetje in de lies wordt gemaakt voor een dotterbehandeling?
- c** Bij een hartinfarct raakt een kransslagader verstopt, waardoor een deel van het hart afsterft.  
Leg uit dat cellen afsterven door zuurstofgebrek.
- d** Als je een hartinfarct op latere leeftijd wilt voorkomen, moet je al in je puberteit gezond leven. De belangrijkste oorzaak van een hartinfarct is slagaderverkalking. Als je dat eenmaal hebt, gaat het nooit meer weg. Het is een proces dat al start in je jeugd en kan versnellen als je ongezond leeft.  
Wat kun jij doen om te voorkomen dat je op latere leeftijd een hartinfarct krijgt?

8

Onderzoek laat zien dat jongeren onder de 18 jaar die vanwege bingedrinking met een alcoholvergiftiging in het ziekenhuis werden opgenomen, slechter scoren op een intelligentietest dan op grond van hun Cito-toets of het schooladvies van hun basisschool mocht worden verwacht.

- a** De onderzoekers vermoeden dat die uitslag verband houdt met het alcoholgebruik van deze jongeren. Leg dit uit.
- b** Ook als je minder alcohol drinkt, is dat niet goed voor je school-, studie- en werkprestaties.  
Leg uit hoe alcohol drinken je school-, studie- en werkprestaties beïnvloedt.
- c** Alcohol zorgt ervoor dat je bloedvaten wijder worden. Bij jongeren die niet gewend zijn om te drinken gaat dat heel snel.  
Hoe kunnen jongeren hierdoor plotseling het bewustzijn verliezen (flauwvallen)?
- d** Waaruit blijkt dat alcohol giftig is?
- e** Met een bloedalcoholgehalte van meer dan 0,5‰ (en 0,2‰ bij onervaren bestuurders) mag je niet deelnemen aan het verkeer als bestuurder van een voertuig. Geef twee redenen waarom alcohol in je bloed gevaarlijk is als je deelneemt aan het verkeer.



+ 9

Bij een dotterbehandeling kan na het wegduwen van de vernauwing een stukje hiervan loskomen. Er is dan een kleine kans dat een patiënt een nieuw hartinfarct krijgt.

- a Leg uit hoe dat wordt veroorzaakt.
- b Een bloedprop in een armslagader raakt los.  
Leg uit dat dit kan leiden tot het overlijden van een patiënt.

## SAMENHANG wetenschap

### STOKOUD EN KERNGEZOND

In het Italiaanse dorpje Acciaroli wordt meer dan een op de tien inwoners ouder dan 100 jaar. Onderzoekers van de Sapienza Universiteit van Rome en de universiteit van het Amerikaanse San Diego stelden vast dat oudere mensen in dit dorp een bijzonder goede bloedsomloop hebben. Hartkwalen, obesitas en ouderdomsziekten als Alzheimer en staar komen nauwelijks voor.

Uit onderzoek bleek dat de gezonde ouderen veel adrenomedullin in hun bloed hebben. Dat is een hormoon dat bloedvaten verwijdt. Hun adrenomedullinwaarden bleken overeen te komen met die van twintigers en dertigers. De wetenschappers denken dat dit verband houdt met het dieet en de lichaamsbeweging. De bewoners van Acciaroli eten vaak lokaal gevangen vis, zelfgekweekte konijnen en kippen, en olijfolie, groenten en fruit uit eigen tuin. Acciaroli behoort tot de zogenoemde Blauwe zones. Dit zijn gebieden in de wereld waarvan de bevolking een specifieke levensstijl en leefomgeving delen en waar de mensen meetbaar langer leven. Wetenschappers hebben hier onderzoek naar gedaan. Gemeenschappelijke kenmerken van alle Blauwe zones zijn:

- voldoende maar niet te intensief bewegen
- een doel hebben om voor te leven
- maatschappelijke betrokkenheid
- geen haast of stress
- matig eten: stop als je maag voor 80% vol is
- veel peulvruchten eten
- vooral plantaardig voedsel eten

**Afb. 8** Ouderen op Sardinië, een van de Blauwe zones.



10

Lees de tekst 'Stokoud en kerngezond'.

Uit bloedonderzoek blijkt dat de oudere bewoners van Acciaroli veel adrenomedullin in hun bloed hebben.

- a Hoe kan adrenomedullin een bijdrage leveren aan het gezond oud worden?
- b De bewoners van Acciaroli gebruiken vaak olijfolie.  
Waarom is dat een gezonde keuze?
- c Een goed sociaal leven is belangrijk voor een hogere levensverwachting (zie afbeelding 8).  
Leg uit waarom dat belangrijk is.
- d Uit de onderzoeken in de Blauwe zones blijkt dat de mensen die daar leven met mate eten. Veel mensen eten te veel. Leg uit dat daardoor bijvoorbeeld de cholesterolwaarde van het bloed te hoog kan zijn.
- e Wat kun jij zelf aan je leefstijl verbeteren, zodat die gezonder wordt?



# Samenhang

## RENNEN VOOR DE REUZENTEEK!

Je bent er vast weleens van geschrokken: een glimmend zwart beestje zo groot als een speldenknop, vastgeklemd in iemands huid. ‘Je hebt een teek!’ Naast de schapenteek (*Ixodes ricinus*) die we in Nederland al langer kennen, is er nu een grotere soort in opmars: de Hyalomma- of reuzenteek.

### GASTHEER

Reuzenteken komen, net als andere teken, uit het ei als piepklein larfje. Ze zijn dan nog geen millimeter groot en hebben nog maar zes pootjes. Vanaf dat moment zijn ze maar naar één ding op zoek: bloed. Mensen hebben in die fase nog weinig van de teken te vrezen. De larven hebben het namelijk vooral op hazen, muizen en vogels voorzien. Zodra ze een gastheer hebben gevonden, boren ze hun scherpgetande snuit (zie afbeelding 1) dwars door de huid van het dier heen. Vervolgens laten ze speeksel in het ontstane gat lopen. Rondom de snuit beschadigen speekselenzymen bloedvaten van de gastheer, waardoor de teek naar hartenlust bloed kan zuigen. De teek drinkt zich vol en vervelt naar het volgende stadium. In dit stadium noem je de teek nimf en heeft hij acht poten. De tekennimf drinkt opnieuw bij dezelfde gastheer. Als hij weer vol zit, laat hij zich (vroeg in de zomer) van zijn gastheer vallen en vervelt hij tot volwassen reuzenteek van zo’n zes millimeter lang.

**Afb 1** Zuignuit van een teek.



### RENNENDE REUZENTEKEN

De volwassen teek (zie afbeelding 2) gaat naar een nieuw, groter slachtoffer op zoek. Dan wordt het menens. Waar schapenteken in een grassprietje klimmen en wachten op een voorbijganger (ze laten zich dus niet uit een boom op hun prooi vallen, zoals veel mensen denken), rennen reuzenteken actief achter hun doelwit aan. Die herkennen ze aan verschillende signalen, onder andere aan het verspreiden van koolstofdioxide. Dit gas kunnen de teken waarnemen met een orgaan met haartjes op hun voorpoten. Ook kunnen ze hun gastheer zien op drie tot negen meter afstand. Is het slachtoffer eenmaal in vizier, dan kunnen ze die tien minuten of langer volgen en gedurende die tijd lopen ze een afstand van maximaal honderd meter.



### ZO DIK ALS EEN WALVIS

Op de tweede gastheer drinken alleen vrouwtjesteken bloed. Hierbij kunnen ze opzwellen tot wel drieduizend keer het gewicht dat ze als larve hadden. Dat is te vergelijken met een baby die zo zwaar wordt als een kleine bulrugwalvis! Als ze verzadigd zijn, paren ze met een mannetjestek, laten zich van de gastheer vallen en leggen tot zeventuizend eitjes in de grond. Voor het maken van eitjes is veel hemoglobine nodig. Teken missen het gen voor de aanmaak van hemoglobine. Na het leggen van de eitjes gaan de vrouwtjesteken dood. De larfjes komen na twintig tot veertig dagen uit het ei.

### KRIM-CONGOVIRUS

Een beet van een reuzentek kan een groot gezondheidsrisico vormen. Dat ligt niet aan de paar milliliter bloed die een tek drinkt; die kun je wel missen. Het gevaar zit hem in het speeksel van de tek, dat besmet kan zijn met het Krim-Congovirus. Via het tekenspeeksel komt het virus in je lichaam terecht. Daar tast het virus je lever aan en kunnen er zwellingen en bloedingen ontstaan. De ziekte kan dodelijk zijn.

Reuzenteken komen vooral voor rond de Middellandse Zee en in Zuidoost-Europa, maar ze worden steeds vaker dichter bij huis aangetroffen. In Nederland zijn al meerdere exemplaren gevonden, maar gelukkig was nog geen daarvan besmet met het Krim-Congovirus. Heb je de pech om ooit door een reuzentek te worden gebeten, knijp de tek dan niet fijn, maar trek hem met een tekentang of pincet recht omhoog uit je huid.

**Afb 2** Volwassen Hyalommateek.



### OPDRACHTEN

1

- a** Door welke huid of huidlagen moet een tek heen boren om bij bloedvaten te komen?
- b** Tekenspeeksel breekt bloedvaten af.  
Bevat tekenspeeksel hetzelfde enzym als menselijk speeksel of juist andere enzymen?
- c** Welke bloedvaten worden (vooral) aangetast door het speeksel van een tek?
  - ☐ A aders
  - ☐ B haarvaten
  - ☐ C slagaders
- d** Tekenspeeksel blokkeert het enzym dat fibrinogeen omzet in fibrine.  
Leg uit dat het bloed dat een tek drinkt niet stolt.



2

- a** Leg uit dat bloed voor een teek een geschikt voedingsmiddel is.
- b** Voor teken is hemoglobine een *essentiële* / *niet-essentiële* voedingsstof.
- c** Een vrouwelijke reuzenteek drinkt als ze de kans krijgt zo'n 2 mL bloed. Hoeveel rode bloedcellen zijn dat ongeveer?

3

- a** Het Krim-Congovirus kan zich naar de lever, milt, longen, nieren en hersenen verspreiden.

Via welke route komt het virus van het onderbeen in de hersenen terecht?

- ..... beenader
- ..... haarvaten in de hersenen
- 1        haarvaten in het onderbeen
- ..... halsslagader
- ..... hart (eerste keer)
- ..... hart (tweede keer)
- ..... longader
- ..... longhaairvaten
- ..... longslagader
- ..... onderste holle ader

- b** Bij sommige patiënten die besmet zijn met het Krim-Congovirus lekt er veel bloedplasma door de wand van haarvaten naar de weefsels. Patiënten krijgen hierdoor opgezwollen ledematen. Door het lekken wordt het aantal rode bloedcellen per kubieke millimeter bloed *hoger* / *lager* en het percentage plasma-eiwitten in het bloed *hoger* / *lager*.
- c** Een van de complicaties bij een besmetting met het Krim-Congovirus kan zijn dat de nieren ophouden met werken. Dit noem je nierfalen.

Welk levenskenmerk loopt hierdoor gevaar? het levenskenmerk .....

- d** Zou je nierfalen kunnen opsporen met bloedonderzoek? Leg je antwoord uit.
- e** Het Krim-Congovirus wordt voor een deel via teken verspreid, maar vaker nog in het ziekenhuis of bij het slachten van besmette dieren. Leg uit dat het virus zich in de landen waar het veel voorkomt, juist goed kan verspreiden in ziekenhuizen en slachterijen.
- f** Voor een besmette mannelijke teek hoeft je niet bang te zijn. Leg dit uit.



# 7 Weefselvloeistof en lymfe

LEERDOEL

3.7.13 Je kunt de kenmerken en functies van weefselvloeistof en lymfe noemen.

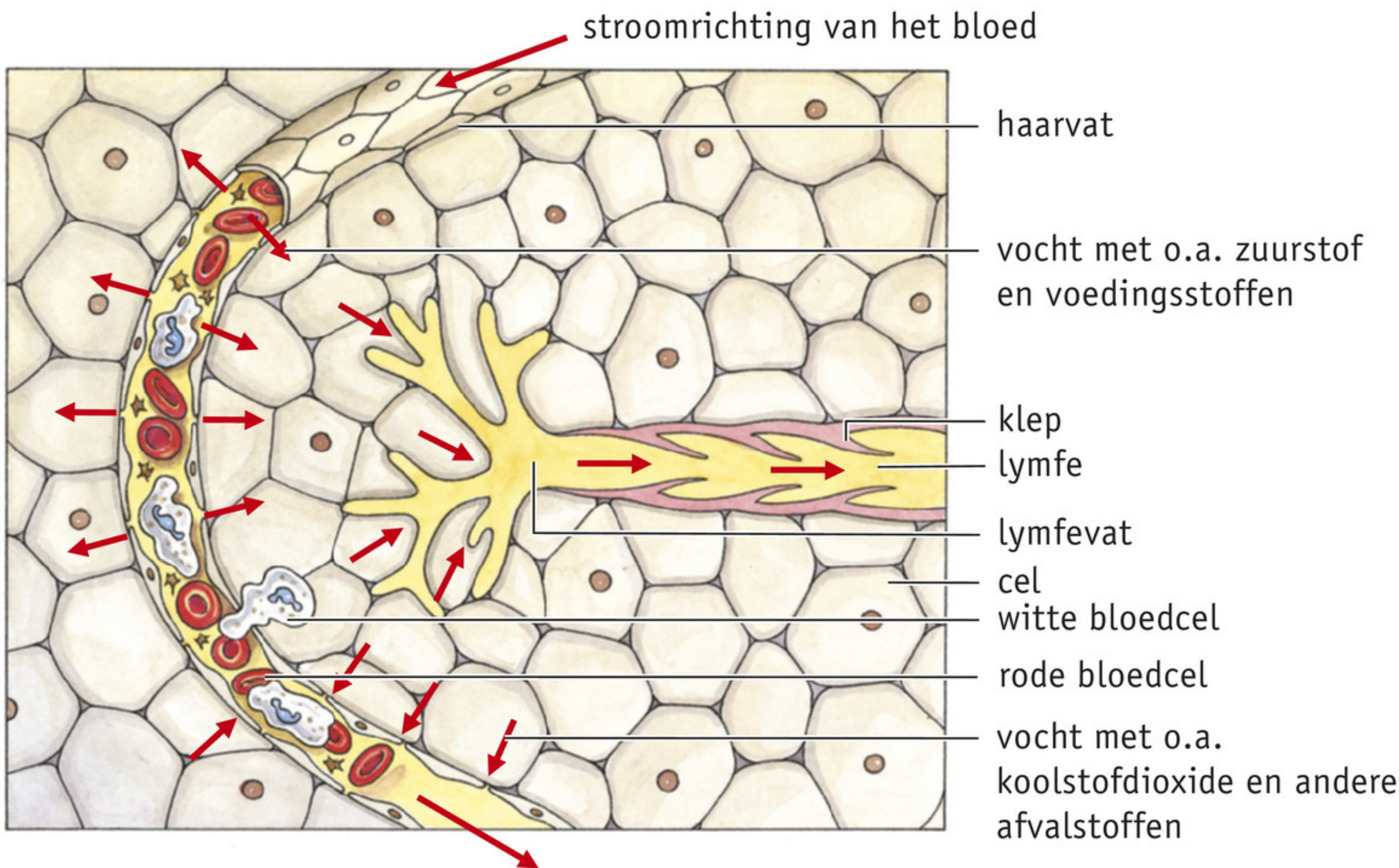
| TAXONOMIE  | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|------------|------------------------|
|            | 3.7.13                 |
| Onthouden  | 1ab, 5a                |
| Begrijpen  | 1c, 2, 5b              |
| Toepassen  | 3, 4                   |
| Analyseren | 5c                     |

**Bloed stroomt door je bloedvaten en vervoert stoffen naar alle delen van het lichaam. Een deel van het vocht uit bloed komt buiten de bloedvaten terecht. Daar noem je het weefselvloeistof.**

WEEFSELVLOEISTOF

Door de bloeddruk wordt bij het begin van de haarvaten vocht door de wand van de haarvaten naar buiten geperst. In dit vocht zijn onder andere zuurstof en voedingsstoffen opgelost. Cellen nemen een deel van deze zuurstof en voedingsstoffen op. Het vocht dat zich buiten de haarvaten bevindt, noem je **weefselvloeistof**. Weefselvloeistof bevindt zich tussen de cellen van de organen. Weefselvloeistof bevat ook koolstofdioxide en andere afvalstoffen afkomstig van de cellen. Weefselvloeistof wordt voor een deel weer opgenomen in de haarvaten (zie afbeelding 1).

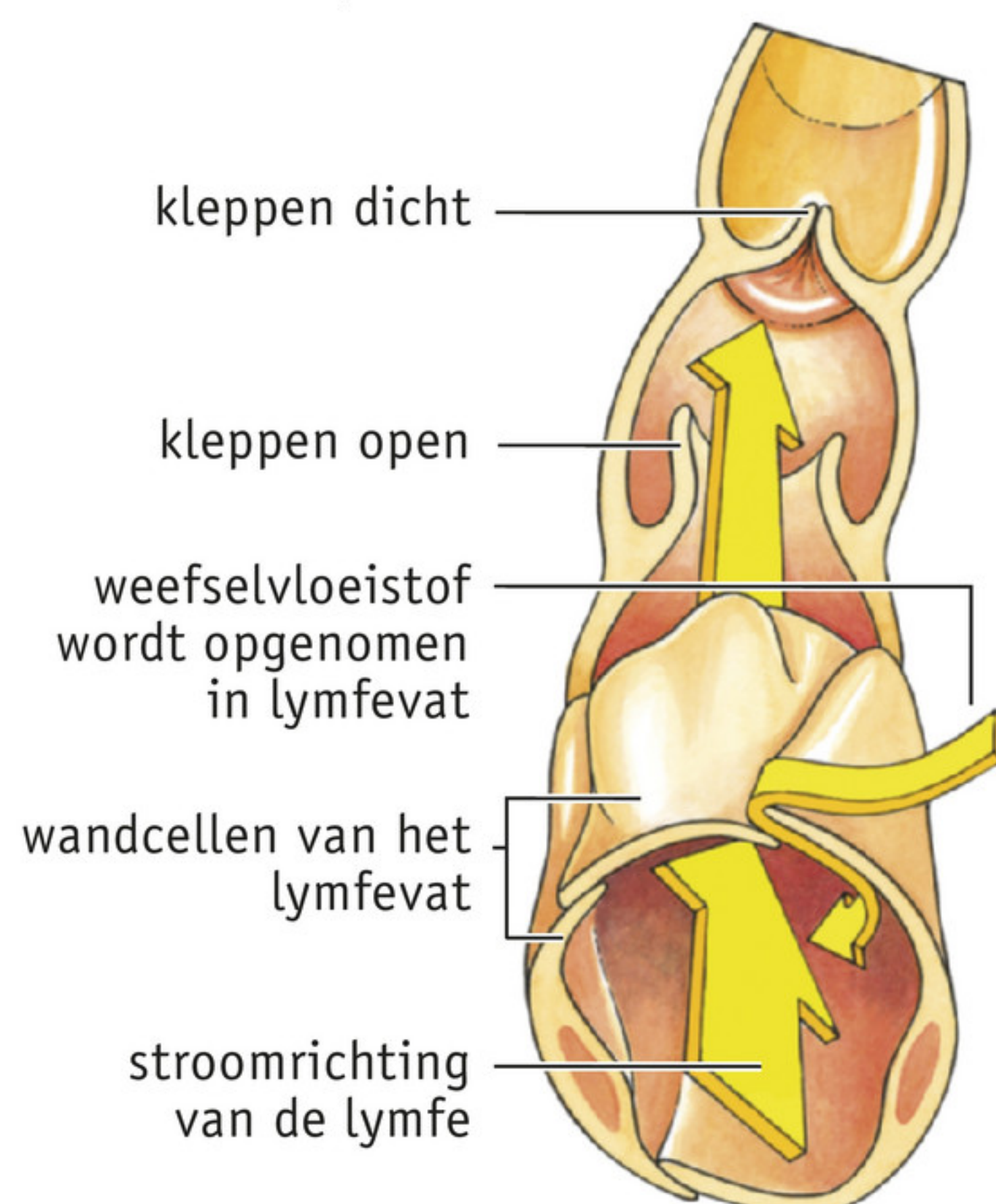
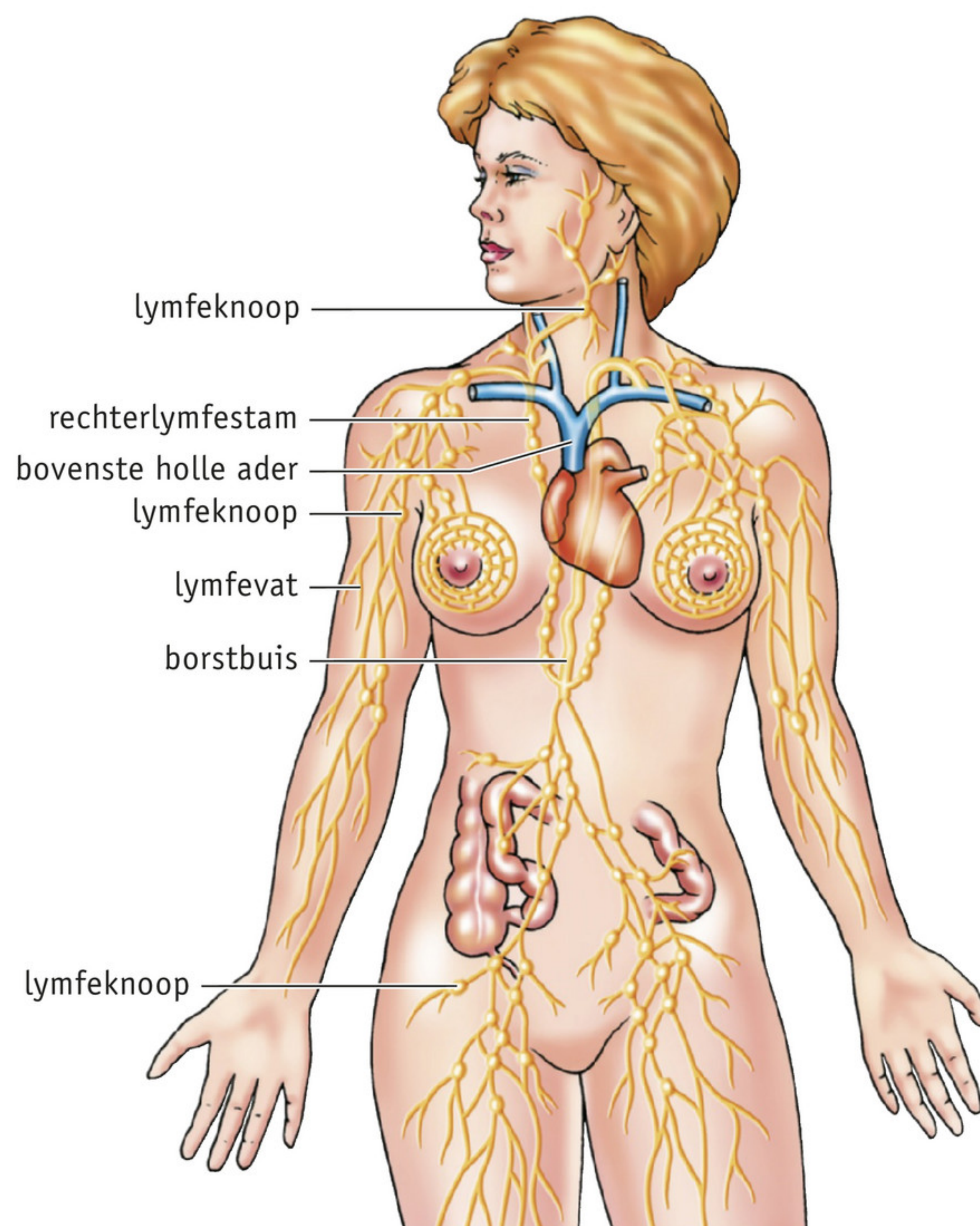
**Afb. 1** Cellen van een orgaan met een haarvat en een lymfevat.



LYMFE EN LYMFEVATEN

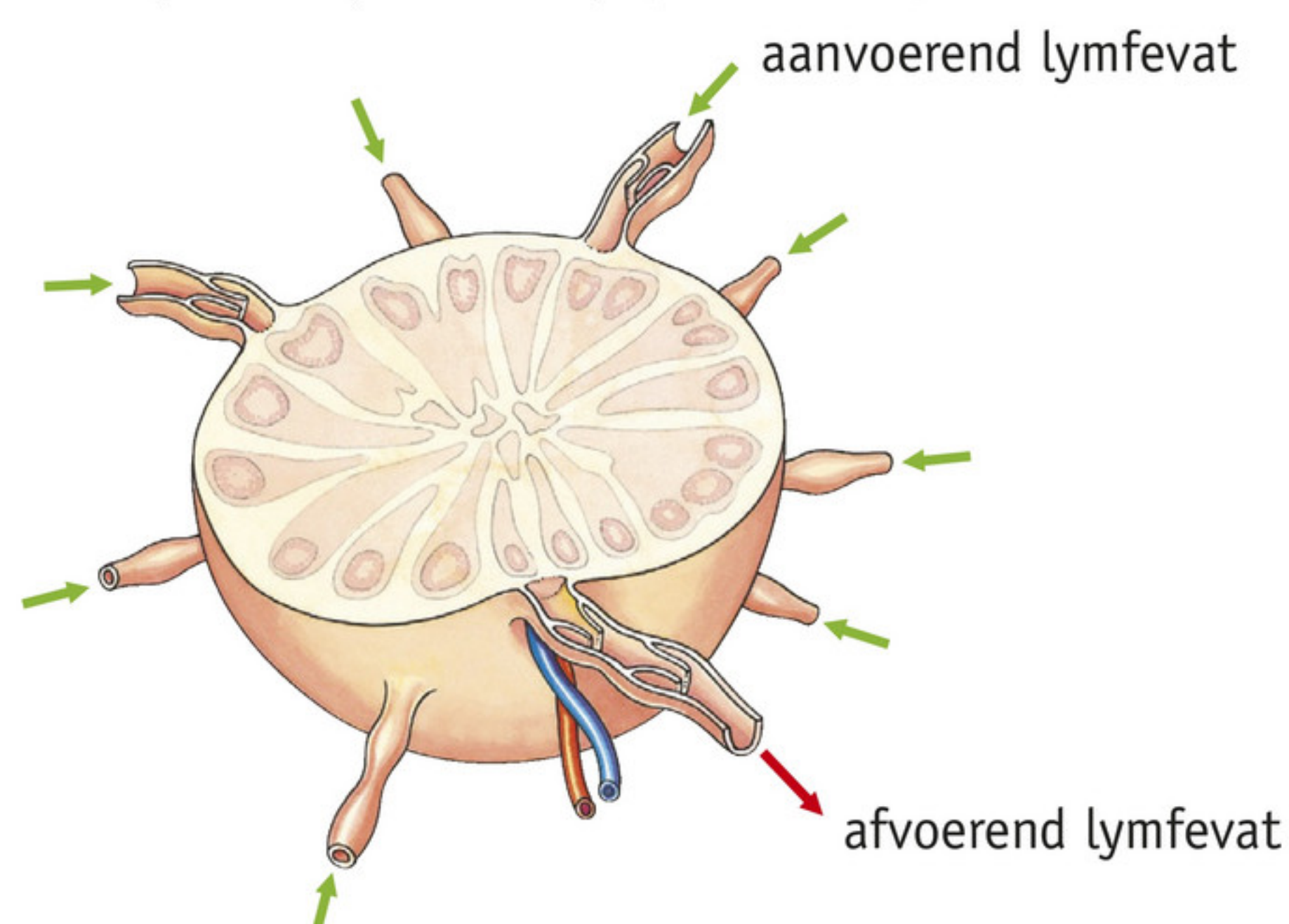
Weefselvloeistof die niet is opgenomen door de haarvaten, komt terecht in fijne **lymfevaten** (zie afbeelding 2). De vloeistof in de lymfevaten wordt **lymfe** genoemd. Lymfe bestaat uit water met opgeloste stoffen en witte bloedcellen. Door de lymfe worden onder andere koolstofdioxide en andere afvalstoffen vervoerd. Bovendien bevat lymfe een deel van de zuurstof en voedingsstoffen dat niet door de cellen is opgenomen. De lymfevaten voeren de lymfe weg van de cellen in de organen. Kleppen in de lymfevaten zorgen ervoor dat de lymfe maar in één richting stroomt.



**Afb. 2** Een lymfevat.**Afb. 3** Het lymfevatenstelsel.

Verschillende fijne lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. Alle lymfevaten samen vormen het **lymfevatenstelsel** (zie afbeelding 3). Uiteindelijk komt alle lymfe terecht in twee grote lymfevaten: de rechterlymfestam en de borstbuis. Deze monden beide uit in aders die onder de sleutelbeenderen liggen. Via deze aders komt de lymfe in de bovenste holle ader terecht.

Op bepaalde plaatsen in het lichaam liggen **lymfeknopen** (lymfeklieren), onder andere in de hals, in de oksels en in de liezen (zie afbeelding 4). Deze lymfeknopen zuiveren de lymfe van onder andere ziekteverwekkers.

**Afb. 4** Een lymfeknoop (doorsnede).



## OPDRACHTEN

1

Drie lichaamssappen zijn bloedplasma, weefselvloeistof en lymfe.

**a** Wat zorgt ervoor dat in de haarvaten van de grote bloedsomloop vocht naar buiten wordt geperst?

**b** Waar bevindt de vloeistof zich?

- |                    |                       |                                          |
|--------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| A bloedplasma      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 in bloedvaten    |
| B lymfe            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 tussen de cellen |
| C weefselvloeistof | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 in lymfevaten    |

**c** Wat is de functie van weefselvloeistof?

2

Door bloed worden zuurstof, voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen vervoerd.

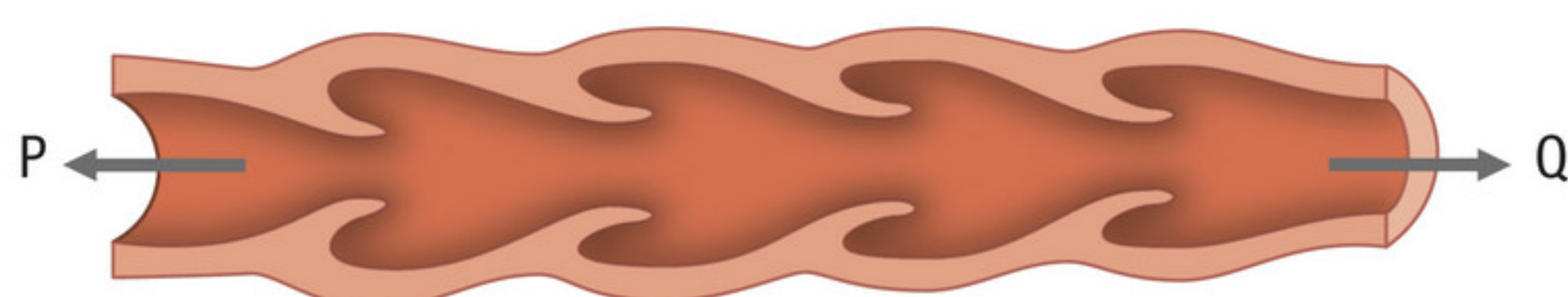
Welke van deze stoffen komen ook in lymfe voor?

3

In afbeelding 5 is een lymfevat schematisch getekend.

In welke richting wordt lymfe in dit lymfevat vervoerd? Leg je antwoord uit.

Afb. 5



4

Een zuurstofdeeltje bevindt zich in een haarvat.

In welke delen komt het zuurstofdeeltje achtereenvolgens terecht?

- ..... ader onder het sleutelbeen
- ..... borstbuis
- ..... bovenste holle ader
- ..... lymfevat
- ..... vocht tussen de cellen

5

**a** Wat is de functie van lymfeknopen?

**b** Noteer enkele plaatsen in je lichaam waar lymfeknopen voorkomen.

**c** Bij iemand met een tatoeage op de rechterarm ontstond na enige jaren een donkere vlek in de rechteroksel.

Leg uit waardoor dat komt.

 Ga naar de *Flitskaarten*.



# 8 Bloedgroepen

LEERDOEL

3.8.14 Je kunt beschrijven waarin de bloedgroepen van elkaar verschillen.

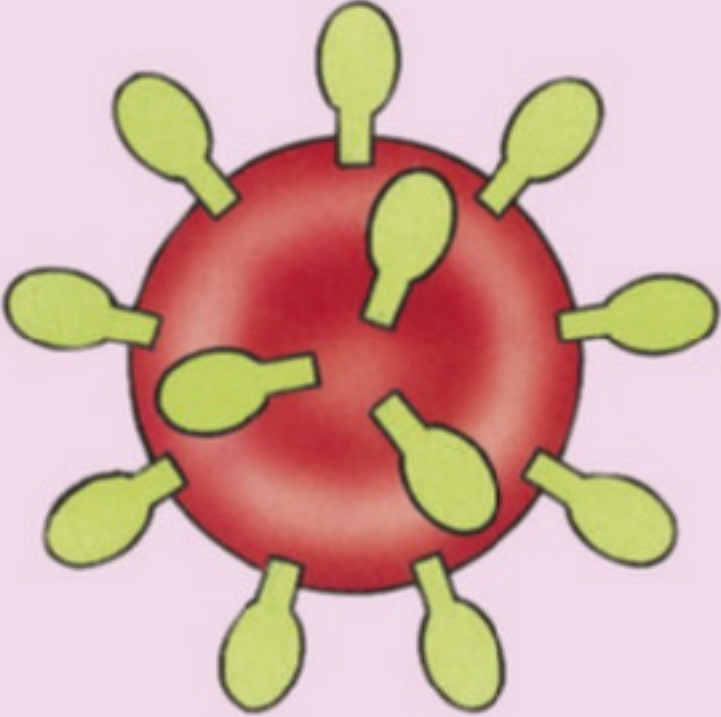
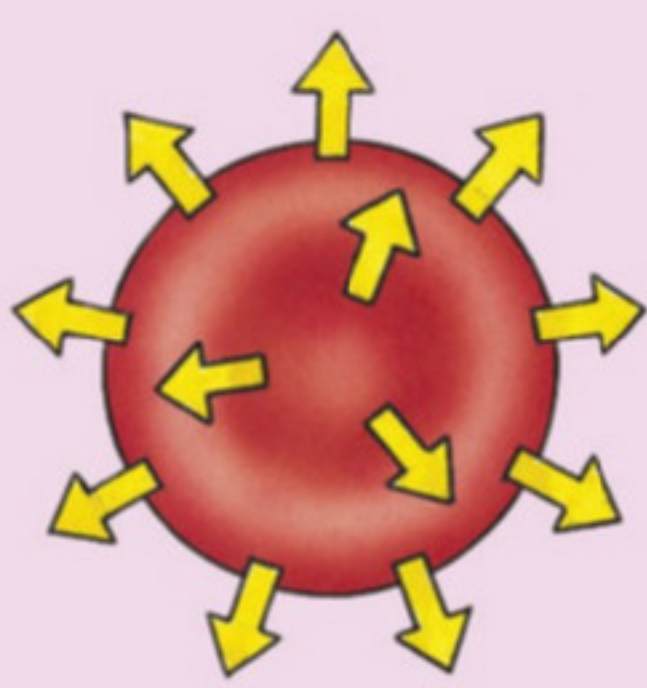
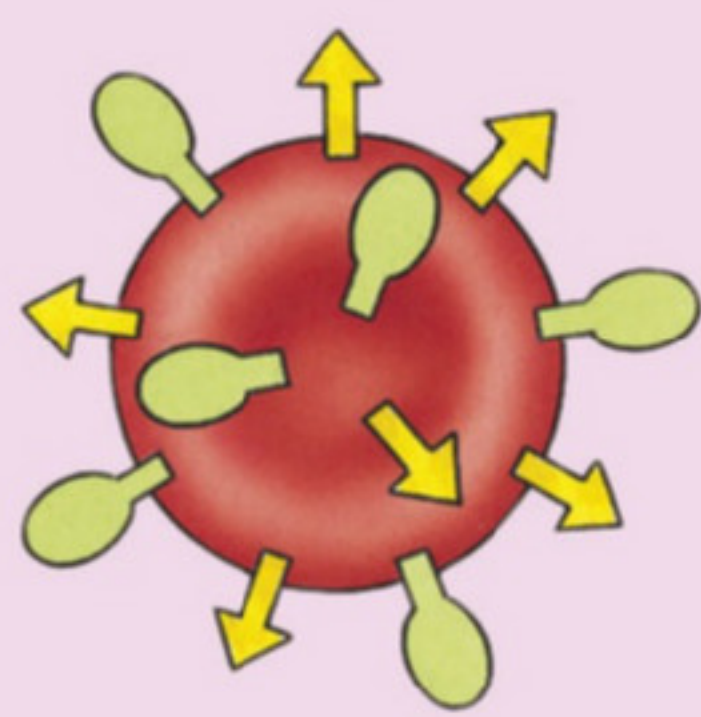
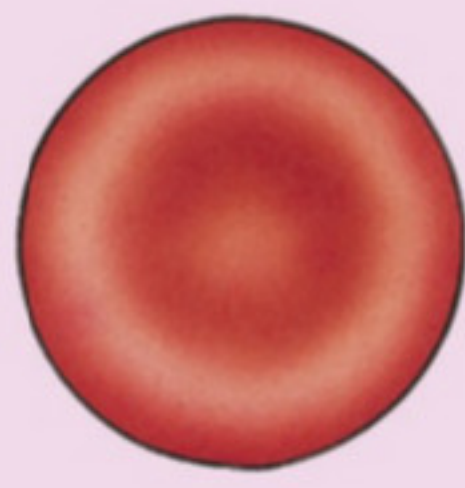
| TAXONOMIE  | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|------------|------------------------|
|            | 3.8.14                 |
| Onthouden  | 1a                     |
| Begrijpen  | 1bc, 2, 3, 4a, 5       |
| Toepassen  | 4b                     |
| Analyseren |                        |

Bepaalde typen witte bloedcellen maken antistoffen tegen ziekteverwekkers. In het bloedplasma kunnen ook antistoffen zitten tegen het bloed van een ander mens.

BLOEDGROEPEN

Iedere persoon heeft bloed van een bepaalde **bloedgroep**. De bekendste indeling in bloedgroepen is A, B, AB en o (nul). Deze indeling is gebaseerd op de antigenen die voorkomen op de celmembranen van rode bloedcellen. Deze antigenen worden **bloedfactoren** genoemd. Twee belangrijke bloedfactoren zijn **antigeen A** en **antigeen B**. Iemand met bloedgroep A heeft antigeen A op de rode bloedcellen. Deze persoon heeft in het bloedplasma antistof tegen antigeen B, dus anti-B. Iemand met bloedgroep B heeft antigeen B. Deze persoon heeft in het bloedplasma antistof tegen antigeen A, dus anti-A. Iemand met bloedgroep AB heeft de antigenen A en B. Deze persoon heeft dus geen antistoffen in het bloedplasma. Iemand met bloedgroep o heeft geen (nul) antigenen en dus zowel anti-A als anti-B. In afbeelding 1 zie je een overzicht van de bloedgroepen en de antistoffen.

Afb. 1 Bloedfactoren (antigenen) en antistoffen bij de verschillende bloedgroepen.

|                                   | Bloedgroep A                                                                                      | Bloedgroep B                                                                                       | Bloedgroep AB                                                                                            | Bloedgroep 0                                                                                                                |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bloedfactoren op rode bloedcellen | antigeen A<br> | antigeen B<br> | antigeen A en B<br> | geen antigeen A<br>geen antigeen B<br> |
| Antistoffen in bloedplasma        | anti-B<br>     | anti-A<br>     | geen anti-A<br>geen anti-B                                                                               | anti-A<br>anti-B<br>                   |
| % in Nederland                    | 43%                                                                                               | 9%                                                                                                 | 3%                                                                                                       | 45%                                                                                                                         |



BLOEDTRANSFUSIE

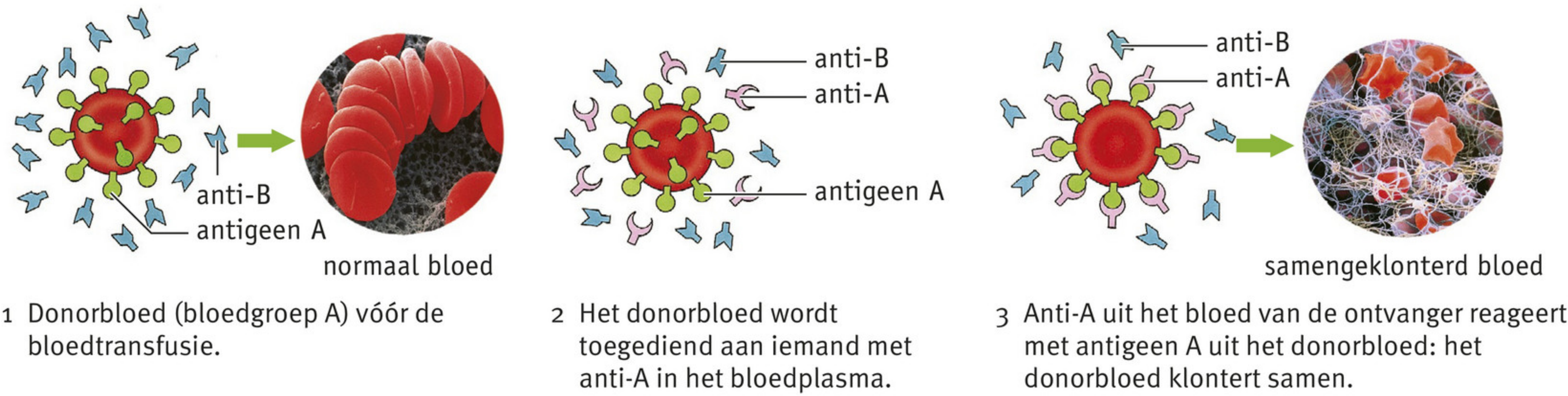
Iemand die bij een ongeval veel bloed heeft verloren, kan bloed van een andere persoon (de donor) toegediend krijgen. Dat heet een **bloedtransfusie** (zie afbeelding 2). Bij een bloedtransfusie is het belangrijk om te weten tot welke bloedgroep de ontvanger behoort en van welke bloedgroep het donorbloed is.

Als bloedplasma met anti-A in contact komt met rode bloedcellen met antigeen A, klonten de rode bloedcellen samen (zie afbeelding 3). Hetzelfde gebeurt wanneer bloedplasma met anti-B in contact komt met rode bloedcellen met antigeen B. De samengeklonterde bloedcellen blijven steken in de haarvaten. Dit kan onder andere beschadiging van hersenen en nieren tot gevolg hebben. In afbeelding 4 geven de rode rondjes aan dat een bloedtransfusie goed verloopt. In de andere gevallen klonten de rode bloedcellen samen en gaan ze te gronde.

Afb. 2 Bloedtransfusie.



Afb. 3 Samenklontering van rode bloedcellen.



Afb. 4 Schema van bloedtransfusies.

|                                       |    | Bloedgroep van het donorbloed |   |    |   |
|---------------------------------------|----|-------------------------------|---|----|---|
|                                       |    | A                             | B | AB | O |
| Bloedgroep van de patiënt (ontvanger) | A  |                               |   |    |   |
|                                       | B  |                               |   |    |   |
|                                       | AB |                               |   |    |   |
|                                       | O  |                               |   |    |   |



## OPDRACHTEN

1

De vier bloedgroepen zijn A, B, AB en o.

**a** Welke twee bloedfactoren bepalen tot welke bloedgroep je behoort?

- ☐ A anti-A
- ☐ B anti-B
- ☐ C antigeen A
- ☐ D antigeen B

**b** Jasmine heeft bloedgroep A.

Welke bloedfactor bevindt zich op de rode bloedcellen van Jasmine?

- ☐ A anti-A
- ☐ B anti-B
- ☐ C antigeen A
- ☐ D antigeen B

**c** Welke antistof komt in haar bloedplasma voor? A / B

2

**a** Bij welke bloedgroep bevinden zich op de rode bloedcellen geen antigenen?

- ☐ A bloedgroep A
- ☐ B bloedgroep B
- ☐ C bloedgroep AB
- ☐ D bloedgroep o

**b** Bij welke bloedgroep bevinden zich in het bloedplasma geen antistoffen tegen antigenen?

- ☐ A bloedgroep A
- ☐ B bloedgroep B
- ☐ C bloedgroep AB
- ☐ D bloedgroep o

3

Gebruik afbeelding 4.

**a** Van welke bloedgroep(en) kun je bloed toedienen aan een patiënt met bloedgroep B?  
van bloedgroep(en) A / B / AB / o

**b** Van welke bloedgroep(en) kun je bloed toedienen aan een patiënt met bloedgroep AB?  
van bloedgroep(en) A / B / AB / o

**c** Van welke bloedgroep(en) kun je bloed toedienen aan een patiënt met bloedgroep o?  
van bloedgroep(en) A / B / AB / o

**d** Van welke bloedgroep(en) kun je bloed aan patiënten van alle bloedgroepen geven?  
van bloedgroep(en) A / B / AB / o

**e** Welke bloedgroep moeten patiënten hebben om bloed van alle bloedgroepen te kunnen ontvangen?  
bloedgroep A / B / AB / o

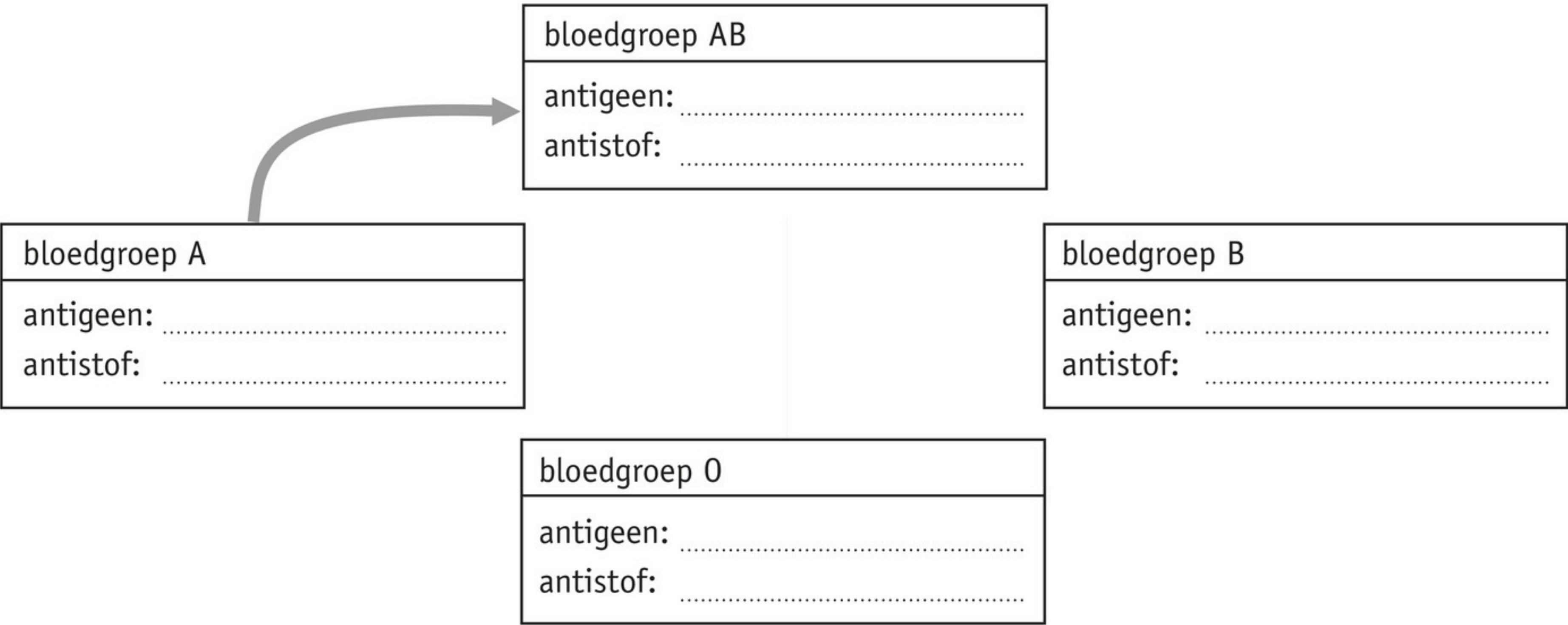


4



- Afbeelding 5 is een schema van bloedtransfusies.
- a Vul bij elke bloedgroep in welke antigenen er op de rode bloedcellen zitten en welke antistoffen er in het bloedplasma voorkomen.
  - b Geef met pijlen aan welke bloedtransfusies mogelijk zijn. Dit is voorgedaan voor de transfusie van donorbloed van bloedgroep A naar een ontvanger met bloedgroep AB.

Afb. 5



5

- a Bloedgroep AB noemt men ‘algemene ontvanger’.  
Leg uit waarom men dit zo noemt.
- b Hoe komt het dat bloedgroep AB een ‘algemene ontvanger’ is?
- c Bloedgroep o noemt men ‘algemene donor’.  
Leg uit waarom men dit zo noemt.
- d Hoe komt het dat bloedgroep o een ‘algemene donor’ is?

Ga naar de *Flitskaarten*.



# Leren onderzoeken

1

## TYPE ONDERZOEK BEPALEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 3.O.15

### TYPEN ONDERZOEK

Er zijn verschillende typen natuurwetenschappelijk onderzoek, zoals:

- experimenteel onderzoek
- beschrijvend onderzoek
- literatuuronderzoek

Welk type onderzoek het meest geschikt is, hangt vooral af van de onderzoeksvraag en het doel van het onderzoek.

### EXPERIMENTEEL ONDERZOEK

Met een experimenteel onderzoek kun je het effect van een bepaalde factor onderzoeken. Hiervoor heb je altijd een hypothese nodig: een verwachting wat het effect zal zijn. Het doel van een experimenteel onderzoek is het toetsen van deze hypothese. Dit doe je met behulp van een of meer proefgroepen en een controlegroep. Tussen deze groepen is maar één factor verschillend: de factor waarvan je het effect wilt onderzoeken. Een voorbeeld van een experimenteel onderzoek is het effect van licht op het kiemen van tuinkerszaadjes. Licht is de factor waarvan je het effect wilt onderzoeken.

### BESCHRIJVEND ONDERZOEK

In een beschrijvend onderzoek noteer je de kenmerken van een situatie of van een verschijnsel. Je kunt bijvoorbeeld de handelingen van een jagende uil onderzoeken, of de basenvolgorde van een stukje DNA. Je onderzoek bestaat uit het beschrijven van de kenmerken. Daarbij kun je tekst gebruiken, maar ook tekeningen, foto's, tabellen en grafieken.

Een hypothese is bij een beschrijvend onderzoek niet nodig, omdat je van tevoren niet weet wat je gaat waarnemen. Een voorbeeld van een beschrijvend onderzoek is het Human Genome Project. In dit onderzoek hebben wetenschappers geprobeerd het volledige DNA van de mens te beschrijven.

### LITERATUURONDERZOEK

Wanneer je een literatuuronderzoek uitvoert, ben je vooral veel aan het lezen. Bij een literatuuronderzoek verzamel je informatie uit verschillende bronnen. Voorbeelden van bronnen zijn artikelen, boeken en websites. De informatie die je hebt verzameld, ga je beoordelen. Je kijkt kritisch of de informatie bruikbaar is bij het beantwoorden van je onderzoeksvraag.

Net als bij een beschrijvend onderzoek weet je bij een literatuuronderzoek niet altijd welke resultaten je precies krijgt. Daarom is ook bij dit type onderzoek geen hypothese nodig. Een voorbeeld van een literatuuronderzoek is bronnen zoeken en beoordelen over een veganistisch dieet (geen dierlijke producten eten). Op deze manier kun je onderzoeken wat deskundigen zeggen over dit dieet.



## OPDRACHTEN

1

In 2011 is er in 37 Nederlandse ziekenhuizen een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van aspirines (pijnstillers) na een herseninfarct. Er was namelijk een vermoeden dat aspirines het herstel bevorderen bij een herseninfarct, omdat ze ook het herstel na een hartinfarct bevorderen. Het onderzoek is in afbeelding 1 samengevat in een onderzoekstabel.

- a** Vul in de onderzoekstabel (afbeelding 1) het doel, de hypothese en de conclusie in. Vul ook de discussie aan.
- b** Welk type onderzoek is dit?
- ☐ A beschrijvend onderzoek
  - ☐ B experimenteel onderzoek
  - ☐ C literatuuronderzoek

Afb. 1

| ONDERZOEK       | DE INVLOED VAN ASPIRINES OP EEN HERSENINFARCT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                              |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Doel onderzoek  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                              |
| Onderzoeksvraag | Bevorderen aspirines het herstel na een herseninfarct?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                              |
| Hypothese       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                              |
| Werkwijze       | <p>Aan dit onderzoek deden 642 patiënten mee die een herseninfarct hadden gekregen. Hiervan kregen 320 patiënten alleen het standaardmedicijn voor herstel na een herseninfarct. 322 patiënten kregen daarnaast ook aspirine. Na drie maanden is het percentage gemeten van mensen die goed waren hersteld.</p>  |                   |                              |
| Resultaten      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Standaardmedicijn | Standaardmedicijn + aspirine |
|                 | Aantal proefpersonen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 320               | 322                          |
|                 | Aantal goed hersteld                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 183               | 174                          |
| Conclusie       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                              |
| Discussie       | <p>Komt de conclusie overeen met de hypothese? <i>ja / nee</i><br/> De hypothese is <i>bevestigd / verworpen</i>.</p> <p>In het werkplan waren de proefgroep en de controlegroep ongeveer even groot.<br/> Dit bevordert de betrouwbaarheid van de resultaten, omdat</p>                                                                                                                             |                   |                              |



2

- Lees de tekst ‘Hart- en vaatziekten in Nederland’ in afbeelding 2. In deze tekst zijn voor 2017 de doodsoorzaken in Nederland in aantallen overleden mensen weergegeven.
- a Noteer deze gegevens in de tabel.
  - b Bereken het percentage voor elke doodsoorzaak. Rond elk percentage af op een heel getal. Noteer de percentages in de tabel.
  - c Maak van de percentages een cirkeldiagram in afbeelding 3. Zet de doodsoorzaken in (of bij) de vakken van het cirkeldiagram.
  - d Je hebt met behulp van een tabel en een grafiek de belangrijkste groepen van ziekten weergegeven waaraan mensen in 2017 in Nederland zijn overleden.  
Bij welk type onderzoek past deze aanpak het best?
    - ☐ A beschrijvend onderzoek
    - ☐ B experimenteel onderzoek
    - ☐ C literatuuronderzoek

Afb. 2

**Hart- en vaatziekten in Nederland**

Kanker en hart- en vaatziekten zijn de twee belangrijkste groepen van ziekten waaraan in 2017 in Nederland mensen overleden. In dat jaar stierven in Nederland 46 556 mensen aan kanker en 38 153 mensen aan hart- en vaatziekten. Daarnaast stierven 12 965 mensen aan ziekten van de ademhalingswegen en 12 598 mensen aan psychische en gedragsstoornissen. 39 942 mensen stierven als gevolg van andere oorzaken.

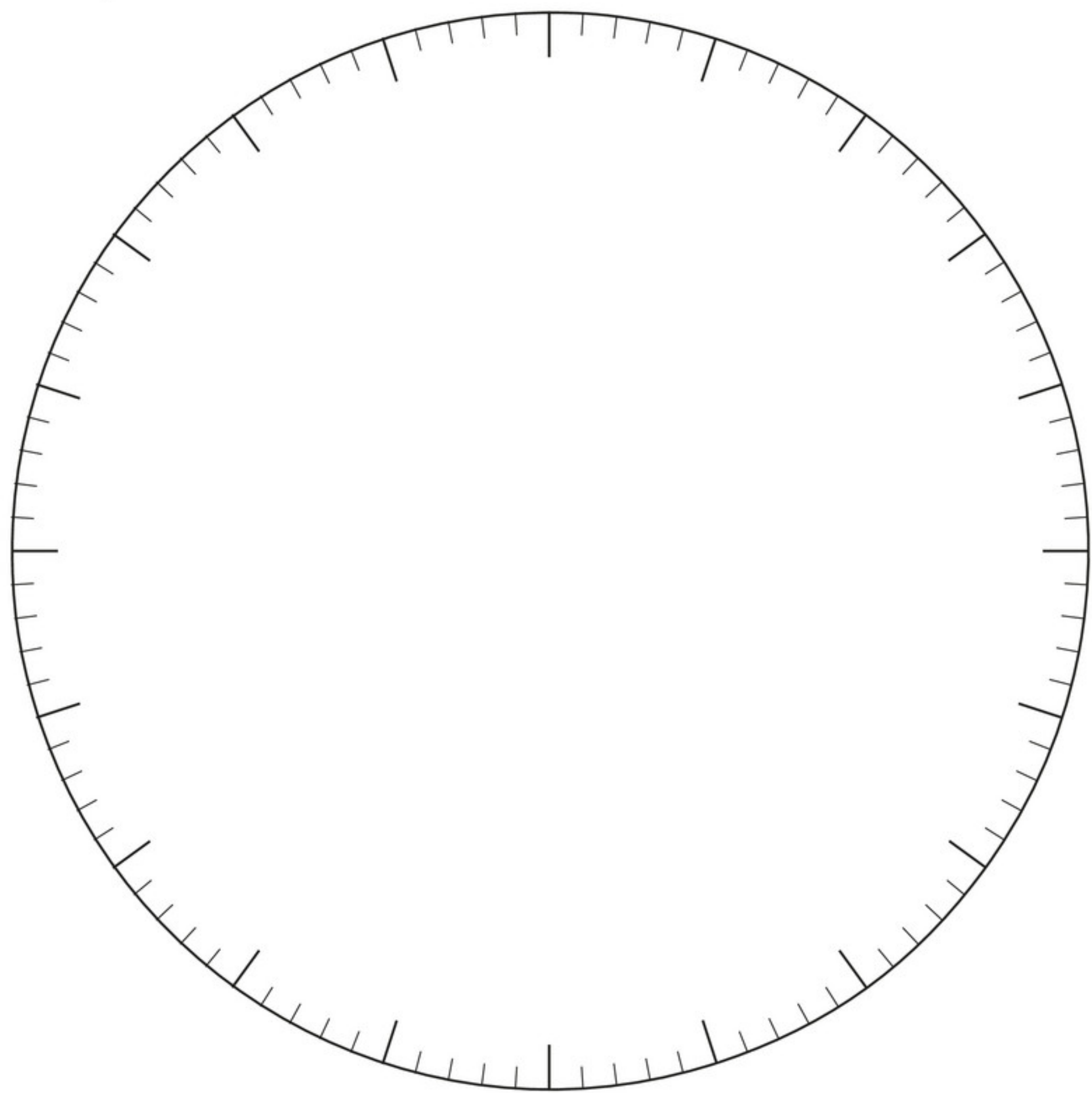
Bron: CBS.



| Doodsoorzaken in Nederland (2017) | Aantal personen | Percentage |
|-----------------------------------|-----------------|------------|
| Hart- en vaatziekten              |                 |            |
| Kanker                            |                 |            |
| Psychische en gedragsstoornissen  |                 |            |
| Ziekten van ademhalingsorganen    |                 |            |
| Overige doodsoorzaken             |                 |            |
| Totaal                            |                 |            |



Afb. 3



3

Wetenschappers weten al lang dat te veel alcohol drinken slecht is voor de gezondheid. In 2008 was er bijvoorbeeld een Fins onderzoek over de relatie tussen bingedrinking en het risico op een herseninfarct. Dit onderzoek is samengevat in de onderzoekstabel van afbeelding 4.

- a Welke twee kenmerken van een experimenteel onderzoek heeft dit onderzoek?
- b Waarom is dit onderzoek toch geen experimenteel onderzoek? Geef twee redenen.
- c Bij welk type onderzoek past dit onderzoek dan het best?  
*beschrijvend onderzoek / literatuuronderzoek*

Afb. 4

| ONDERZOEK       | DE INVLOED VAN BINGEDRINKING OP HET KRIJGEN VAN EEN HERSENINFARCT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|
| Onderzoeksvraag | Is bingedrinking een risicofactor voor het krijgen van een herseninfarct?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |                    |
| Werkwijze       | Een groep van 15 965 Finse personen (ongeveer evenveel mannen als vrouwen) wordt verdeeld in wel en niet regelmatige bingedrinkers. Gedurende tien jaar wordt van beide groepen het aantal personen met een herseninfarct genoteerd. Er worden ook andere factoren genoteerd die invloed kunnen hebben op het krijgen van een herseninfarct, zoals rookgedrag en het hebben van diabetes. De resultaten worden verzameld aan de hand van enquêtes. |               |                    |
| Resultaten      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Bingedrinkers | Niet-bingedrinkers |
|                 | Aantal proefpersonen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3558          | 12 407             |
|                 | Aantal herseninfarcten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 122           | 57                 |
|                 | Aantal diabetespatiënten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 138           | 471                |
|                 | Aantal rokers                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1945          | 2690               |
| Conclusie       | Regelmatig bingedrinken is een risicofactor voor het krijgen van een herseninfarct.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |                    |

Naar: I. Sundall en anderen, ‘Increased stroke risk is related to a binge drinking habit’ (2008), [ahajournals.org](http://ahajournals.org).



## 2

## LITERATUURONDERZOEK

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 3.O.16

### STAPPEN VAN EEN LITERATUURONDERZOEK

In afbeelding 5 zie je een voorbeeld van een literatuuronderzoek. Een literatuuronderzoek voer je stap voor stap uit. Je bepaalt eerst het doel van je onderzoek en formuleert de onderzoeksvraag. Om gericht antwoord te kunnen vinden op je onderzoeksvraag, formuleer je **deelvragen**. De antwoorden op de deelvragen geven samen antwoord op de onderzoeksvraag.

Daarna maak je het werkplan. Bij een literatuuronderzoek staat in je werkplan wat voor soort bronnen je gaat raadplegen en waar je de bronnen gaat zoeken. Je voert je onderzoek uit met behulp van je werkplan. Bij het uitvoeren van je onderzoek zoek je zo veel mogelijk bronnen. Je kijkt bij elke bron of de informatie relevant, betrouwbaar en actueel is:

- Relevant: helpt de informatie bij het beantwoorden van een van mijn deelvragen?
- Betrouwbaar: is de informatie afkomstig van een deskundige?
- Actueel: is de informatie in de bron niet verouderd?

Wanneer je al je deelvragen kunt beantwoorden, heb je genoeg bronnen. Bewaar deze bronnen goed. Met behulp van de bronnen beantwoord je de deelvragen. Je antwoorden zijn je resultaten. Aan de hand van de resultaten kun je een conclusie trekken. Je conclusie is kort; ze bestaat uit een paar zinnen. Daarna schrijf je de discussie. In de discussie beoordeel je hoe betrouwbaar je resultaten zijn. Dit doe je door te kijken of alles volgens het werkplan verliep. Je kijkt ook of het werkplan in orde was.

#### Afb. 5

#### Stappen van een literatuuronderzoek

##### 1 Het doel van het onderzoek: wat wil je met je onderzoek bereiken?

Je kent iemand die bloedarmoede heeft. Hierdoor is deze persoon vaak moe. Je wilt meer weten over bloedarmoede. Je wilt vooral weten wat je kunt doen om te voorkomen dat je het zelf krijgt. Je noteert:

*Het doel van het onderzoek is voorkomen dat ik bloedarmoede krijg.*

##### 2 De onderzoeksvraag: wat wil ik onderzoeken?

Je wilt alles weten wat je moet weten om bloedarmoede tegen te gaan. Je stelt dan de volgende vraag:

*Wat kun je zelf doen tegen bloedarmoede?*

##### 3 De deelvragen

Je bedenkt dat je meerdere dingen moet weten om bloedarmoede tegen te gaan. Je wilt weten wat de oorzaken en kenmerken zijn, hoe je bloedarmoede kunt voorkomen en hoe je bloedarmoede kunt genezen. Je stelt de volgende deelvragen:

- 1 *Wat zijn de meest voorkomende oorzaken van bloedarmoede?*
- 2 *Hoe kun je bloedarmoede bij jezelf herkennen?*
- 3 *Wat kun je doen om bloedarmoede te voorkomen?*
- 4 *Hoe kun je genezen van bloedarmoede?*



**4 Het werkplan: wat ga ik doen?**

Je wilt alleen bronnen gebruiken die van deskundigen komen. Daarom wil je bij je huisarts om bronnen vragen. Daarnaast kun je op het internet naar websites zoeken. Je kunt je werkplan als volgt opschrijven:

*Ik bel mijn huisarts om te vragen of hij goede bronnen weet over bloedarmoede. Deze bronnen zoek ik op in de bibliotheek of op internet.*

*Op internet ga ik ook zelf websites zoeken met informatie over bloedarmoede. Deze websites mogen alleen van deskundigen zijn.*

**5 De uitvoering: welke bronnen bewaar ik?**

Je voert je onderzoek uit volgens je werkplan. Je beoordeelt per bron of die relevant, actueel en betrouwbaar is.

Je vindt bijvoorbeeld op internet twee websites die iets schrijven over bloedarmoede. De eerste website is geschreven door een arts, de tweede website is geschreven door een scholier. Je concludeert dat alleen de eerste website betrouwbaar is, omdat deze van een deskundige afkomstig is. Je gebruikt daarom alleen de eerste website.

Je vindt op internet ook een artikel over bloedarmoede. Je ziet dat dit artikel is geschreven in 1980. Je beoordeelt dat dit artikel waarschijnlijk verouderd is. Je besluit dit artikel niet te gebruiken.

**6 De resultaten: wat zijn de antwoorden op de deelvragen?**

Je bekijkt de bronnen die je hebt bewaard. Met deze bronnen beantwoord je de vier deelvragen. Voor deelvraag 2 noteer je bijvoorbeeld:

*De meest voorkomende kenmerken bij bloedarmoede zijn:*

- *je bent snel moe;*
- *je voelt je de hele tijd zwak;*
- *je hart klopt snel;*
- *je bent vaak duizelig;*
- *je hebt vaak hoofdpijn.*

**7 De conclusie: wat is het antwoord op de onderzoeksvraag?**

Je gebruikt de antwoorden op de deelvragen om de conclusie te trekken. Je conclusie kan zijn:

*Meestal komt bloedarmoede doordat je weinig ijzer en/of vitamine B12 in je lichaam hebt. Dit kun je zelf voorkomen door voedingsmiddelen te eten die ijzer en/of vitamine B12 bevatten. Wanneer je snel moe bent en je je de hele tijd zwak voelt, heb je misschien bloedarmoede. Als je nog meer kenmerken van bloedarmoede hebt, moet je naar de huisarts.*

**8 De discussie: hoe betrouwbaar zijn mijn resultaten?**

Je huisarts was op vakantie en je kon hem niet om bronnen vragen. Daarom heb je alleen op internet naar bronnen gezocht. Op internet heb je vier bronnen kunnen vinden om de deelvragen te beantwoorden. Van één bron kon je niet bepalen door wie deze geschreven is. Je noteert de conclusie als volgt:

*Het onderzoek verliep niet helemaal volgens het werkplan. Ik kon de huisarts niet bereiken, want hij was op vakantie. Ik kon hem dus niet om bronnen vragen. Ik heb op internet vier bronnen gevonden om alle vier de deelvragen te beantwoorden. Drie bronnen waren relevant, betrouwbaar en actueel. Eén bron was relevant en actueel, maar niet helemaal betrouwbaar. Er stond namelijk geen auteur bij, dus ik weet niet of die door een deskundige geschreven is. Verder verliep alles volgens het werkplan. Het werkplan was in orde. De resultaten zijn betrouwbaar, omdat bijna alle bronnen door een deskundige zijn geschreven.*



**SCHRIFTELIJK PRESENTEREN VAN EEN LITERATUURONDERZOEK**

In afbeelding 6 lees je hoe je een onderzoeksverslag maakt van een literatuuronderzoek. Wanneer je in het verslag informatie uit een bron gebruikt, verwijst je naar die bron in de tekst. Je vermeldt dan de auteur(s) en het jaartal van de bron. Alle bronnen die je in het verslag gebruikt, zet je aan het eind van je verslag. Dat heet de **literatuurlijst**. In afbeelding 7 lees je wat je per bron moet noteren in de literatuurlijst.

**Afb. 6****Een verslag maken van een literatuuronderzoek**

- 1** Geef je onderzoek een titel.  
Zet onder de titel je naam en de naam of namen van degenen met wie je hebt samengewerkt.
- 2** Schrijf een inleiding.  
Hierin beschrijf je:
  - het onderwerp dat je wilde onderzoeken;
  - wat het doel van je onderzoek is.Je kunt ook extra uitleg geven over je onderwerp.
- 3** Daarna deel je het verslag in volgens de stappen van een onderzoek:
  - onderzoeksvraag (en deelvragen)
  - werkplan
  - resultaten
  - conclusie
  - discussie
- 4** Voeg aan het eind van je verslag de literatuurlijst toe.  
In de literatuurlijst staan alle bronnen waaruit je informatie hebt gebruikt.

**Afb. 7****Wat noteer je in de literatuurlijst?**

Bij een boek:

- de titel
- de auteur(s)

Bij een artikel:

- de titel van het artikel
- de naam van de auteur(s)
- de titel van het tijdschrift of de krant

Bij een website:

- de titel van het artikel
- de naam van de auteur(s)
- de link naar de webpagina



## OPDRACHT

1

Je gaat zelf een literatuuronderzoek bedenken, uitvoeren en schriftelijk presenteren. Het onderwerp van je onderzoek mag passen bij het thema De bloedsomloop, maar het mag ook over iets anders gaan. Dit hoor je van je docent.

- Bedenk wat je zou willen onderzoeken. Overleg met je docent of jouw idee haalbaar is.
- Formuleer de onderzoeksvraag en de deelvragen.
- Maak een werkplan. In het werkplan staat:
  - wat voor soort bronnen je gaat raadplegen
  - waar je de bronnen gaat zoeken
- Laat je docent de onderzoeksvraag, de deelvragen en het werkplan controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens het werkplan.
- Schrijf per deelvraag de resultaten op.
- Formuleer een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Maak een verslag van je onderzoek.

3

## DE BLOEDDRUK METEN

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 3.O.17 | ► Practicum 2

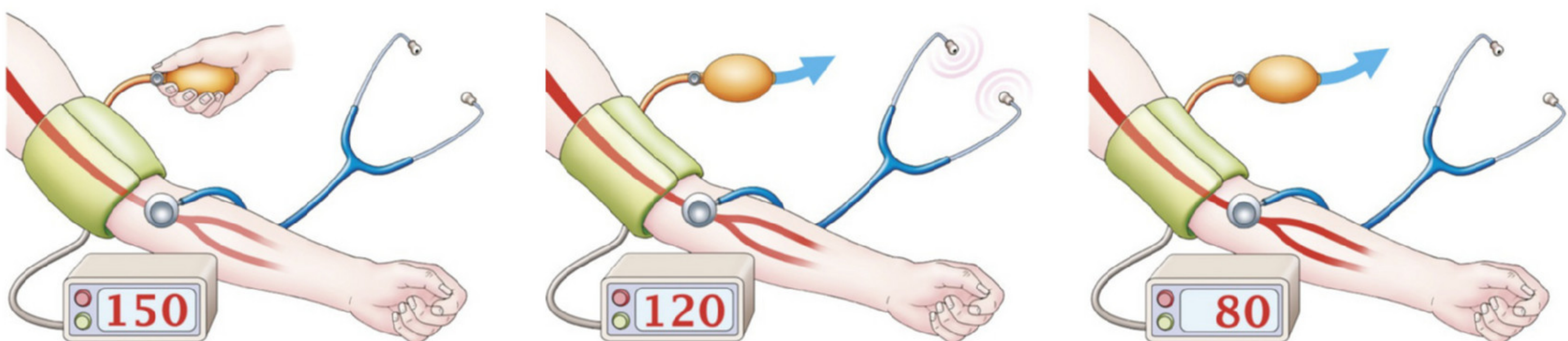
Veel mensen laten hun bloeddruk meten, vaak door een arts. Dit doen ze om te controleren of hun bloeddruk niet te hoog of te laag is. De bloeddruk is het hoogst tijdens het samentrekken van de hartkamers. Deze druk wordt de bovendruk genoemd. De bloeddruk is het laagst tijdens het ontspannen van de hartkamers. Deze druk wordt de onderdruk genoemd.

In afbeelding 8 is aangegeven hoe de bloeddruk wordt opgemeten. Door het opblazen van de manchet wordt de slagader van de arm dichtgedrukt (zie afbeelding 8.1). Met een **stethoscoop** wordt gecontroleerd of er geen bloed meer door de slagader stroomt. De druk in de manchet is dan hoger dan de hoogste waarde van de bloeddruk in de armslagader. Dit zie je aan de toppen in de grafiek van afbeelding 9.

Als de lucht langzaam uit de manchet wordt geladen, is op een bepaald moment met de stethoscoop een stootsgewijs, schavend geluid te horen. Dit is het **vaatgeruis**. De arts leest dan de bovendruk af (zie afbeelding 8.2).

Vervolgens wordt meer lucht uit de manchet gelaten. Als er met de stethoscoop geen vaatgeruis meer is te horen, stroomt het bloed ongeremd door de slagader. De arts leest dan de onderdruk af (zie afbeelding 8.3).

**Afb. 8** De bloeddruk meten.



1 De manchet wordt opgepompt tot een druk die hoger is dan de hoogste bloeddruk in de armslagader.

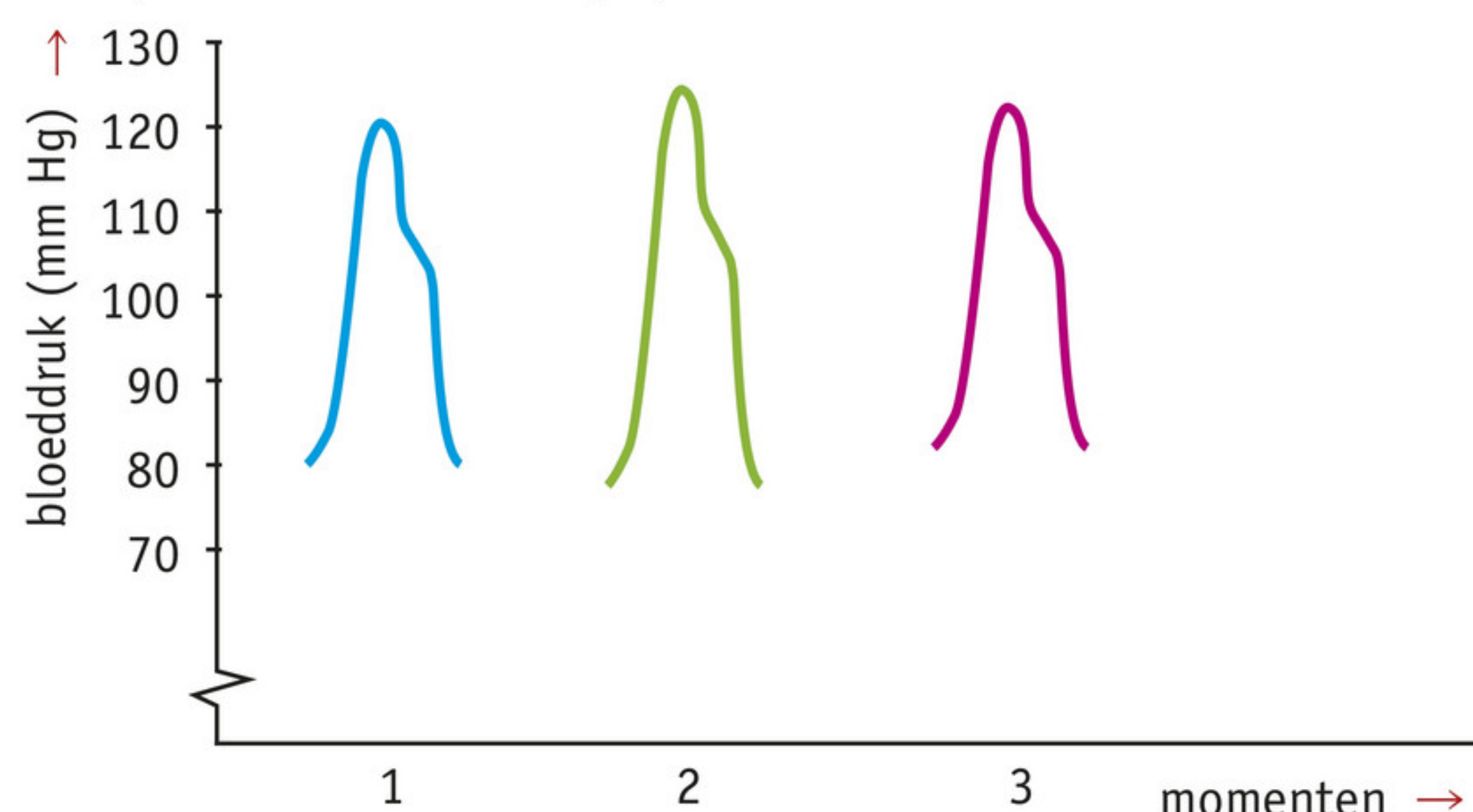
2 Er is lucht ontsnapt uit de manchet tot de armslagader bij elke hartslag een klein beetje bloed begint door te laten: de arts leest de bovendruk af.

3 Er is zoveel lucht ontsnapt dat de bloedstroom door de armslagader gelijkmatig verloopt: de arts leest de onderdruk af.



De bloeddruk meet je in mm Hg (millimeter kwikdruk). De gemiddelde bovendruk is 120 mm Hg, de gemiddelde onderdruk 80 mm Hg (zie afbeelding 9). Met digitale bloeddrukmeters kun je thuis je bloeddruk controleren (zie afbeelding 10).

**Afb. 9** Bloeddrukmeting op drie momenten.



**Afb. 10** Een digitale polsbloeddrukmeter.



## OPDRACHTEN

1

Bij een bloeddrukmeting worden de bovendruk en de onderdruk gemeten.

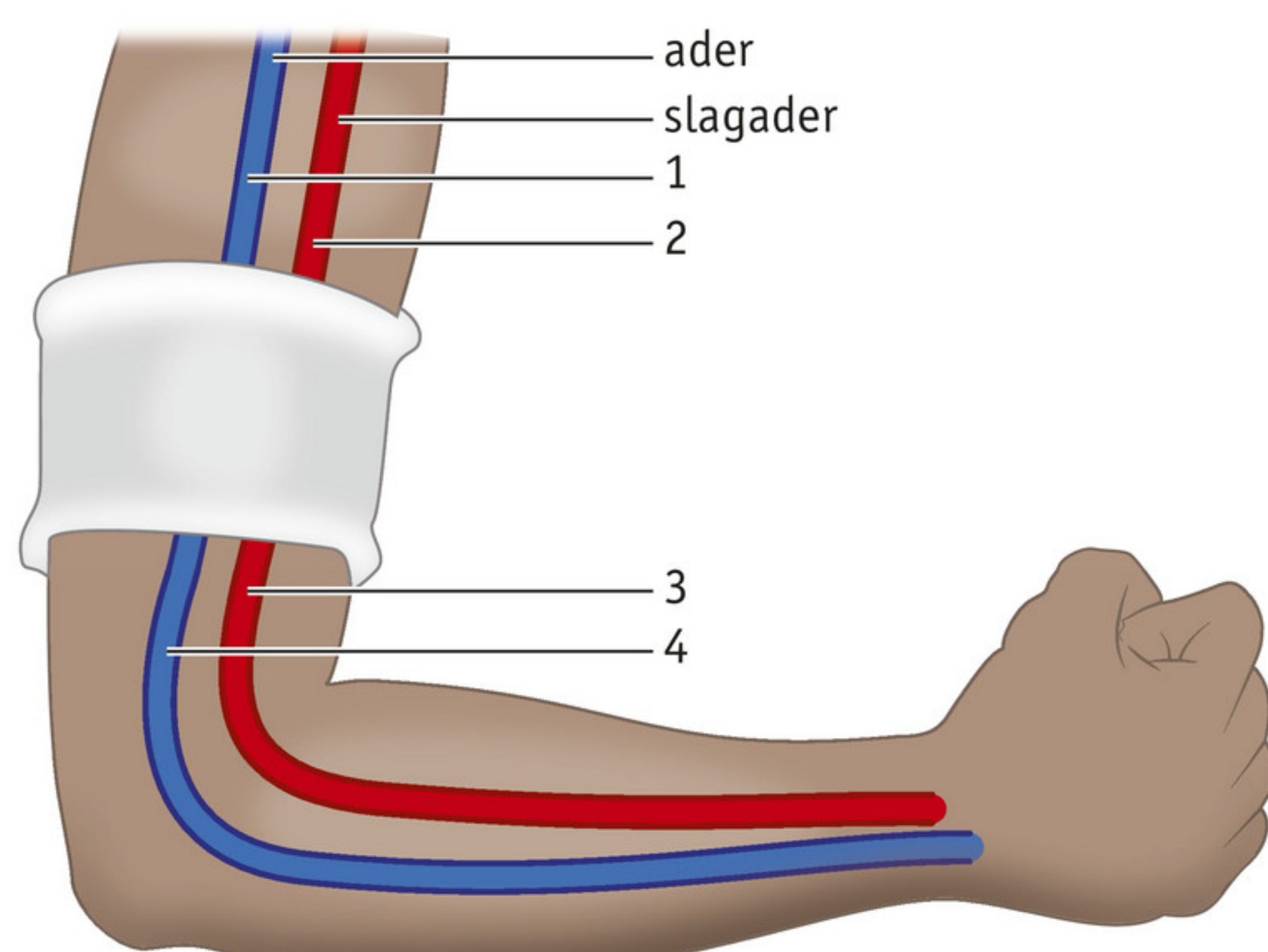
- a Waardoor is de bloeddruk in een slagader sterk wisselend?
- b Welke druk hoort bij het samentrekken van de linkerkamer?  
*bovendruk / onderdruk*

2

Een arts verricht bij een patiënt een bloeddrukmeting. De arts heeft de manchet om de bovenarm aangebracht en opgepompt (zie afbeelding 11).

- a De arts is nog niet begonnen met de manchet geleidelijk leeg te laten lopen. Is er op dit moment bij de arm waaraan de bloeddrukmeting wordt verricht, een polsslag te voelen? Leg je antwoord uit.
- b Vervolgens laat de arts de manchet geleidelijk leeglopen. Op welk van de aangegeven plaatsen in afbeelding 11 zal hierdoor het eerst de bloeddruk stijgen? Leg je antwoord uit.
- c Op welk van de aangegeven plaatsen zal de arts vaatgeruis kunnen horen? Leg je antwoord uit.
- d Op welk moment leest de arts de bovendruk af?
- e Op welk moment leest de arts de onderdruk af?

**Afb. 11**

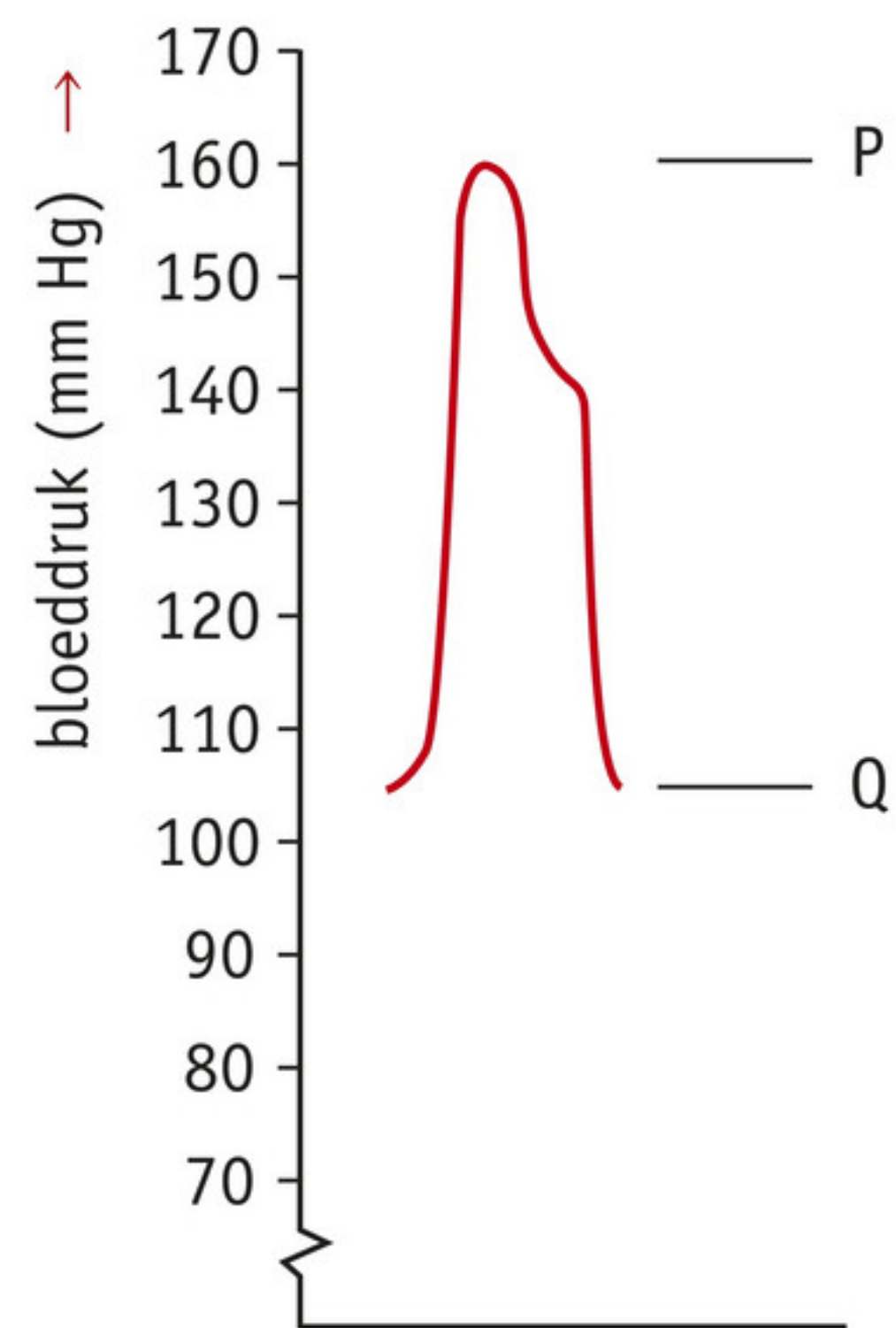




3

- a** In het diagram van afbeelding 12 is de bloeddruk van Marie-Claire (27 jaar) weergegeven. Met welke letter is de onderdruk van Marie-Claire aangegeven? *P / Q*
- b** Vergelijk de bovendruk van Marie-Claire met de gemiddelde bovendruk van volwassenen.  
Welke conclusie kun je trekken?

Afb. 12





# Practica

1

## BLOEDCELLEN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 3.1.1

 15-25 minuten

### WAT GA JE DOEN?

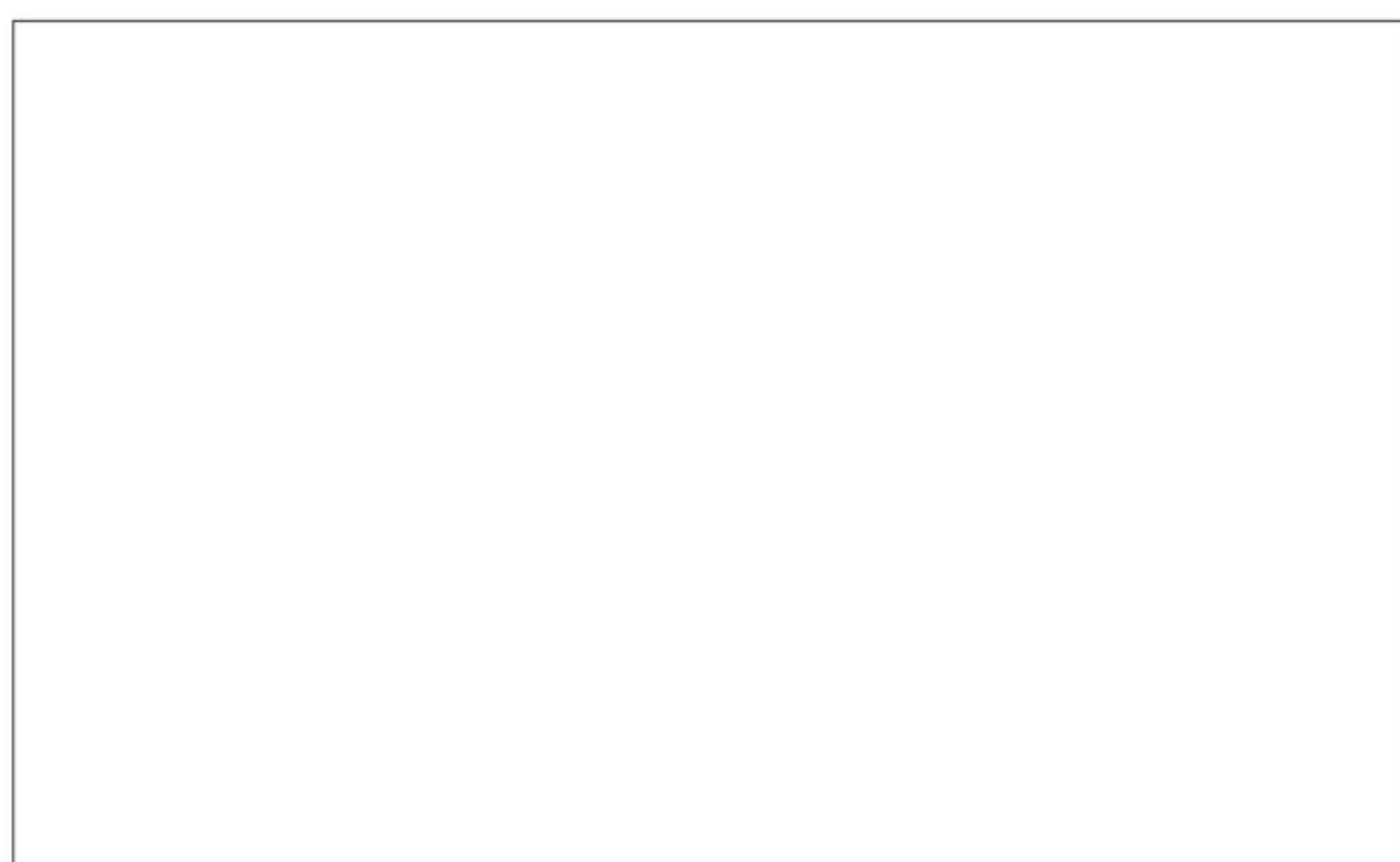
In dit practicum bekijk je rode en witte bloedcellen onder een microscoop. Je maakt tekeningen van de bloedcellen.

### BENODIGDHEDEN

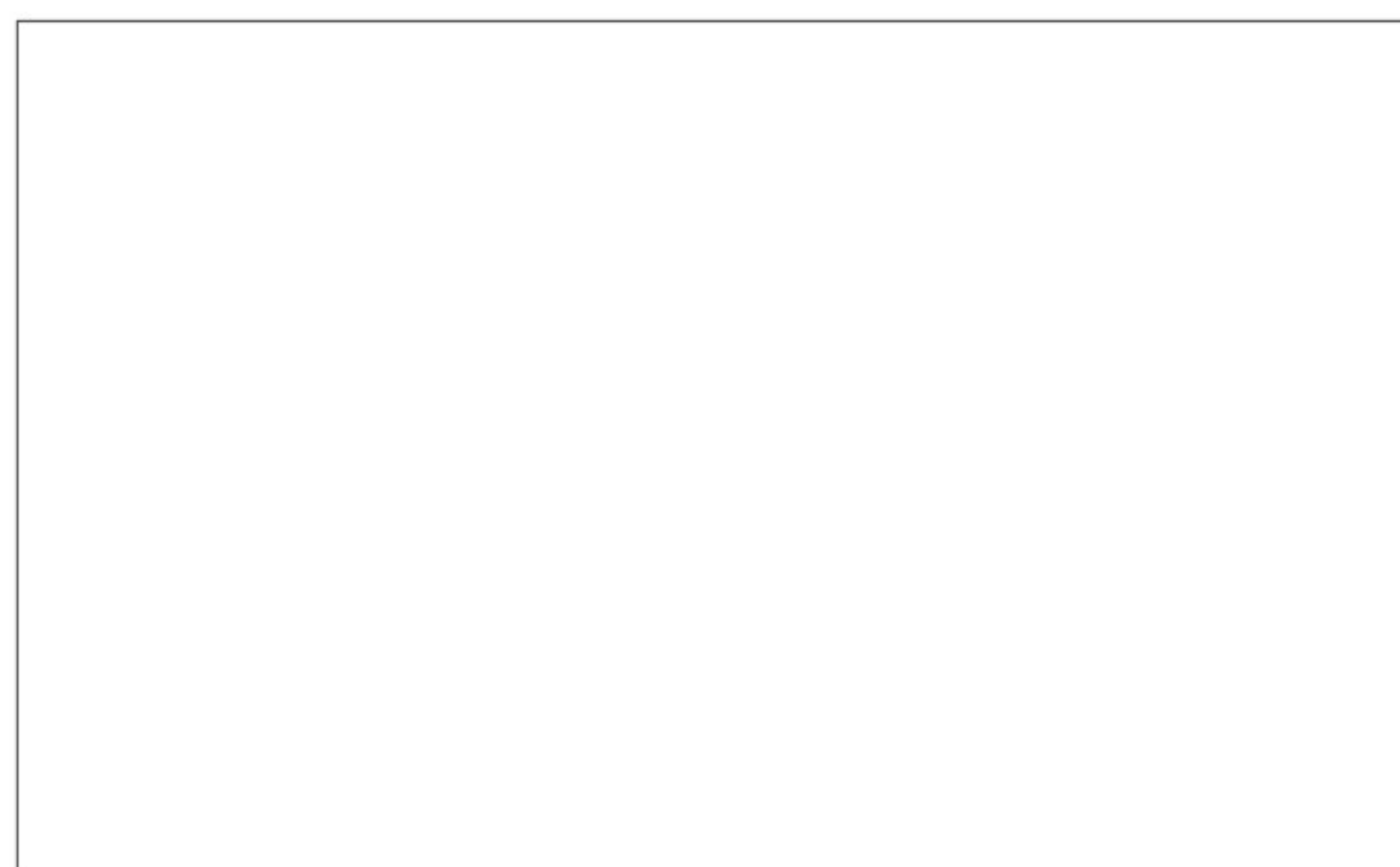
- ☐ een klaargemaakt preparaat van bloed
- ☐ een microscoop
- ☐ tekenmateriaal

### WERKWIJZE

- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. Zoek een gedeelte van het preparaat waarin je zowel rode als witte bloedcellen ziet.
- Bekijk het preparaat vervolgens bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van een rode bloedcel en een tekening van een witte bloedcel. Zet onder de tekeningen: *rode bloedcel* – *witte bloedcel*. Geef in de witte bloedcel aan: *celkern*.



.....



.....



## 2

## BLOEDDRUKMETING

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 3.0.17 | ► Leren onderzoeken 3

 15-20 minuten

**WAT GA JE DOEN?**

In dit practicum werk je samen met een klasgenoot van wie je de bloeddruk gaat meten.

**BENODIGDHEDEN**

☐ bloeddrukmeter (zie afbeelding 1)

**WERKWIJZE**

- Neem de bloeddruk van je klasgenoot op. In de handleiding bij de bloeddrukmeter staat beschreven hoe je met de meter moet werken (zie ook Leren onderzoeken 3).
- Laat je klasgenoot vervolgens jouw bloeddruk opmeten.
- Noteer je bovendruk en onderdruk.

|           |       |
|-----------|-------|
| bovendruk | mm Hg |
| onderdruk | mm Hg |

- Laat je docent de metingen controleren.

**Afb. 1** Bloeddrukmeters.





# Samenvatting

## BASIS 1

### BLOED

#### 1 Je kunt de bestanddelen van bloed noemen met hun kenmerken en functies.

- Bloed bestaat uit bloedplasma (ca. 55%) en uit bloedcellen en bloedplaatjes (ca. 45%).
- Bloedplasma: water met plasma-eiwitten (o.a. fibrinogeen) en opgeloste stoffen (o.a. zouten).
  - Bloedplasma vervoert zuurstof (een klein beetje), voedingsstoffen, antistoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
  - Fibrinogeen speelt een rol bij de bloedstolling.
- Rode bloedcellen:
  - Cellen zonder celkern.
  - Rode bloedcellen bevatten de rode kleurstof hemoglobine.
  - Functie: zuurstof vervoeren.
  - Bloedarmoede: het bloed bevat te weinig hemoglobine. Daardoor kan iemand zich voortdurend zwak en moe voelen.
- Witte bloedcellen:
  - Cellen met celkern.
  - Witte bloedcellen hebben geen vaste vorm; ze kunnen door de wand van haarvaten heen.
  - Functie: afweer tegen ziekteverwekkers, bijv. door bacteriën in te sluiten.
- Bloedplaatjes:
  - Delen van uiteengevallen cellen, zonder celkern.
  - Functie: bloedstolling.
  - Trombose: een bloedstolsel binnen een bloedvat.

## BASIS 2

### DE BLOEDSOMLOOP

#### 2 Je kunt drie typen bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.

- Slagaders:
  - hierdoor stroomt bloed van het hart weg
  - hoge bloeddruk
  - wand: laag dekweefsel – dikke laag spierweefsel – bindweefsel
  - ‘slag’ merkbaar, o.a. in de polsen
  - meestal dieper in het lichaam gelegen
  - alleen halvemaanvormige kleppen (aan het begin van longslagader en aorta)
- Haarvaten:
  - groot totaaloppervlak en lage stroomsnelheid
  - wand: één cellaag dekweefsel met kleine openingen
  - witte bloedcellen en vocht met zuurstof, voedingsstoffen en afvalstoffen (o.a. koolstofdioxide) kunnen door de wand
- Aders:
  - hierdoor stroomt bloed naar het hart toe
  - lage bloeddruk
  - wand: laag dekweefsel – dunne laag spierweefsel – bindweefsel
  - geen ‘slag’ merkbaar
  - meestal ondiep in het lichaam gelegen
  - kleppen verhinderen dat het bloed terugstroomt (vooral in de armen en benen)
  - door ‘spierpomp’ (aanspannen en ontspannen van spieren) en kleppen stroomt het bloed richting het hart



**3 Je kunt in het bloedvatenstelsel van de mens slagaders en aders benoemen.**

- Kleine bloedsomloop: longslagaders – longaders.
  - Door longslagaders stroomt zuurstofarm bloed.
  - Door longaders stroomt zuurstofrijk bloed.
- Grote bloedsomloop: aorta – armslagaders – armaders – halsslagaders – halsaders – leverslagader – leverader – darmslagader – poortader – nierslagaders – nieraders – beenslagaders – beenaders – onderste holle ader – bovenste holle ader.
  - Door slagaders stroomt zuurstofrijk bloed.
  - Door aders stroomt zuurstofarm bloed.
  - Door de poortader stroomt zuurstofarm bloed van de wand van het darmkanaal naar de lever.

**4 Je kunt de kleine en grote bloedsomloop onderscheiden met hun functies.**

- Dubbele bloedsomloop: per omloop stroomt het bloed twee keer door het hart.
- Kleine bloedsomloop: hart – longen – hart.
  - Functie: zuurstof opnemen in het bloed en koolstofdioxide afgeven aan de lucht.
- Grote bloedsomloop: hart – rest van het lichaam – hart.
  - Functie: zuurstof en voedingsstoffen afgeven aan de cellen, en koolstofdioxide en andere afvalstoffen opnemen in het bloed.

## BASIS 3

**HET HART****5 Je kunt de delen van het hart en de aansluitende bloedvaten noemen met hun kenmerken en functies.**

| Delen                           | Kenmerken en functies                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bovenste en onderste holle ader | vervoeren zuurstofarm bloed van de organen naar het hart                                                                                                                                               |
| Rechterboezem                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ontvangt zuurstofarm bloed uit de holle aders en voert dit door naar de rechterkamer</li> <li>• weinig gespierde wand</li> </ul>                              |
| Rechterkamer                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pompt zuurstofarm bloed in de longslagader</li> <li>• gespierde wand</li> </ul>                                                                               |
| Longslagaders                   | vervoeren zuurstofarm bloed van het hart naar de longen                                                                                                                                                |
| Longaders                       | vervoeren zuurstofrijk bloed van de longen naar het hart                                                                                                                                               |
| Linkerboezem                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ontvangt zuurstofrijk bloed uit de longaders en leidt dit naar de linkerkamer</li> <li>• weinig gespierde wand</li> </ul>                                     |
| Linkerkamer                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pompt zuurstofrijk bloed in de aorta</li> <li>• zeer gespierde wand</li> </ul>                                                                                |
| Aorta                           | vervoert zuurstofrijk bloed van het hart naar de organen                                                                                                                                               |
| Harttussenwand                  | scheidingswand tussen de linker- en de rechterharthelft                                                                                                                                                |
| Hartkleppen                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kleppen tussen boezems en kamers</li> <li>• voorkomen dat het bloed terugstroomt van de kamers naar de boezems</li> </ul>                                     |
| Halvemaanvormige kleppen        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kleppen aan het begin van de longslagader en van de aorta</li> <li>• voorkomen dat het bloed terugstroomt van longslagader en aorta naar de kamers</li> </ul> |
| Kransslagaders                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• aftakkingen van de aorta</li> <li>• vervoeren bloed dat rijk is aan zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose) naar de hartspier</li> </ul>                   |
| Kransaders                      | vervoeren bloed dat rijk is aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen weg uit de hartspier                                                                                                            |



**6 Je kunt beschrijven hoe een hartslag verloopt.**

- Samentrekken van de boezems.
  - De boezems trekken zich samen. Hierdoor stroomt het bloed naar de kamers.
  - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.
- Samentrekken van de kamers.
  - De kamers trekken zich samen.
  - De hartkleppen gaan dicht.
  - De druk in de kamers stijgt.
  - De halvemaanvormige kleppen gaan open.
  - Het bloed wordt in de longslagader(s) en aorta gepompt.
- Hartpauze:
  - Zowel de boezems als de kamers ontspannen zich.
  - Bloed stroomt vanuit de holle aders en longaders naar de boezems en kamers.
  - De hartkleppen zijn open, de halvemaanvormige kleppen zijn dicht.

## BASIS 4

**UITSCHEIDING****7 Je kunt de delen van de nieren en urinewegen noemen met hun kenmerken en functies.**

- Nieren: bestaan van buiten naar binnen uit nierschors, niermerg, nierbekken.
  - Functie: afvalstoffen, overtollig water, overtollige zouten en schadelijke stoffen uit het bloed verwijderen. De verwijderde stoffen samen heten urine.
  - Nierschors en niermerg vormen de urine.
  - In de nierbekkens wordt de urine verzameld.
- Urineleiders: voeren de urine af van de nieren naar de urineblaas.
- Urineblaas: hierin wordt de urine tijdelijk opgeslagen.
- Urinebuis: voert de urine af uit het lichaam.

## BASIS 5

**HET IMMUUNSYSTEEM****8 Je kunt beschrijven hoe antistoffen bescherming bieden tegen infecties.**

- Antigenen (lichaamsvreemde stoffen): stoffen die niet in het lichaam thuishoren.
  - Op het oppervlak van ziekteverwekkers komen antigenen voor.
- Infectie: ziekteverwekkers dringen het lichaam binnen.
  - Witte bloedcellen van een bepaald type produceren antistof tegen de antigenen van de ziekteverwekker.
  - Antistof hecht zich aan de antigenen op het oppervlak van de ziekteverwekker. De ziekteverwekker wordt bedekt met antistof. Daardoor wordt de ziekteverwekker onschadelijk gemaakt.
  - Eén type antistof kan zich maar aan één type antigeen hechten.

**9 Je kunt beschrijven op welke manieren immuniteit kan ontstaan.**

- Immuniteit: na een infectie blijft de antistof tegen de ziekteverwekker in het bloed aanwezig of kan bij een nieuwe infectie snel worden gemaakt. Er ontstaan geen ziekteverschijnselen.
  - Natuurlijke immuniteit: ontstaat doordat een persoon de ziekte doormaakt, bijv. waterpokken.
  - Kunstmatige immuniteit: ontstaat door inenting (vaccinatie) van een vaccin. Een vaccin bevat een dode of verzwakte ziekteverwekker.

**10 Je kunt omschrijven wat er aan de hand is bij een allergie.**

- Allergie: een overgevoeligheid voor een of meer stoffen.
  - Je kunt allergisch zijn voor huisstof, haren van dieren, bepaalde stoffen in het voedsel, enzovoort.
  - Als het lichaam in aanraking komt met deze stoffen, ontstaan allergische reacties.
  - Allergische reacties zijn huiduitslag, een branderig gevoel, jeuk en ontstekingen.



## BASIS 6

## GEZOND LEVEN

**11 Je kunt aangeven hoe je je hart en bloedvaten gezond kunt houden.**

- Bloeddruk: druk die het bloed uitoefent op de wand van de slagaders.
  - Oorzaken van te hoge bloeddruk: o.a. stress, roken, overgewicht, zout eten.
  - Langdurige hoge bloeddruk beschadigt de wanden van de slagaders.
- Slagaderverkalking: vernauwing van bloedvaten.
  - oorzaak: beschadiging van de bloedvatwand
  - gevolg: hogere bloeddruk, verminderde bloedtoevoer naar organen en mogelijk overbelasting van het hart
  - verkleinen van de kans op slagaderverkalking: niet roken, gezond eten en regelmatig bewegen
- Hartinfarct (hartaanval): een deel van de hartspier krijgt geen zuurstof en voedingsstoffen meer.
  - Oorzaak: een kransslagader of een aftakking ervan is verstopt geraakt (meestal door slagaderverkalking).
  - Gevolg: een deel van de hartspier sterft af. Dit kan dodelijk zijn.
- Dotterbehandeling: oprekking van een vernauwde kransslagader.
  - stent: gaasbuisje dat de kransslagader openhoudt
- Hart- en vaatziekten: verzamelnaam voor ziekten aan hart en bloedvaten.
  - Erfelijke factoren spelen een rol bij het krijgen van hart- en vaatziekten.
  - Spanning en stress vergroten de kans op hoge bloeddruk en op hart- en vaatziekten.
- Je kunt de kans op hart- en vaatziekten verkleinen door een gezonde leefstijl.
  - niet roken
  - geen alcohol drinken (volwassenen: matig zijn met alcohol)
  - gezond en gevarieerd eten (met weinig vette voedingsmiddelen en weinig zout)
  - regelmatige lichaamsbeweging (minimaal een halfuur per dag)
  - stress voorkomen en zorgen voor voldoende ontspanning

**12 Je kunt de gevolgen van alcohol op korte termijn en op lange termijn noemen.**

- Alcohol beïnvloedt de werking van het zenuwstelsel en het gedrag.
  - Het waarnemingsvermogen en reactievermogen nemen tijdelijk af.
- Jongeren zijn extra gevoelig voor de werking van alcohol en hebben daardoor:
  - meer kans op blijvende hersenschade
  - meer kans op verslaving
- Kater: hoofdpijn en erge dorst na het gebruik van te veel alcohol.
- Enkele gevolgen van alcohol op korte termijn:
  - 1 tot 2 glazen (0 tot 0,5‰): opwekkend, alert, ontspannen, vrolijk, meer eetlust, de polsslag en de ademhaling versnellen, de bloedvaten verwijden zich
  - 2 tot 7 glazen (0,5 tot 1,5‰): zelfoverschatting, natuurlijke remmingen worden minder, geheugen wordt minder, reactiesnelheid neemt af, gevaar in het verkeer
  - 6 tot 14 glazen (1,5 tot 3‰): controle over de spieren neemt af, emoties worden sterker, zelfkritiek verdwijnt, gezicht wordt rood, kans op een black-out
  - meer dan 10 tot 15 glazen (3 tot 4‰): zintuigen raken verdoofd, iemand raakt in de war, waarneming is verstoord
  - 4‰ en hoger: ademhaling en polsslag vertragen, kans op coma en overlijden
- Alcoholvergiftiging: bewusteloos raken door te veel alcohol.
  - Bij jongeren al mogelijk vanaf 1,7‰ (zeven glazen).
  - Organen en de hersenen kunnen ernstig beschadigen.



- Bingedrinking: het in korte tijd drinken van veel alcohol waardoor het bloedalcoholgehalte stijgt tot 0,8 promille (‰) of hoger.
- Enkele gevolgen van alcohol op lange termijn:
  - verstoorde ontwikkeling van de hersenen
  - verstoorde hormoonbalans
  - beschadiging van lever, maag en hart
  - geheugenverlies en verminderde school-, studie- en werkprestaties

## EXTRA 7

## WEEFSELVLOEISTOF EN LYMFEN

**13 Je kunt de kenmerken en functies van weefselvloeistof en lymfe noemen.**

- Weefselvloeistof: ontstaat doordat vocht uit de haarvaten wordt geperst als gevolg van de bloeddruk. Vervoert zuurstof en voedingsstoffen naar de cellen toe en koolstofdioxide en andere afvalstoffen van de cellen weg. Bevat ook witte bloedcellen.
- Lymfe: weefselvloeistof die is opgenomen in lymfevaten. Bevat o.a. witte bloedcellen, zuurstof, voedingsstoffen, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
  - Fijne lymfevaten verenigen zich tot grotere lymfevaten. In lymfevaten komen kleppen voor.
  - Het lymfevatenstelsel voert de lymfe weer terug via de rechterlymfestam en de borstbuis naar het bloedvatenstelsel.
  - Lymfeknopen (lymfeklieren) zuiveren de lymfe van o.a. ziekteverwekkers.

## EXTRA 8

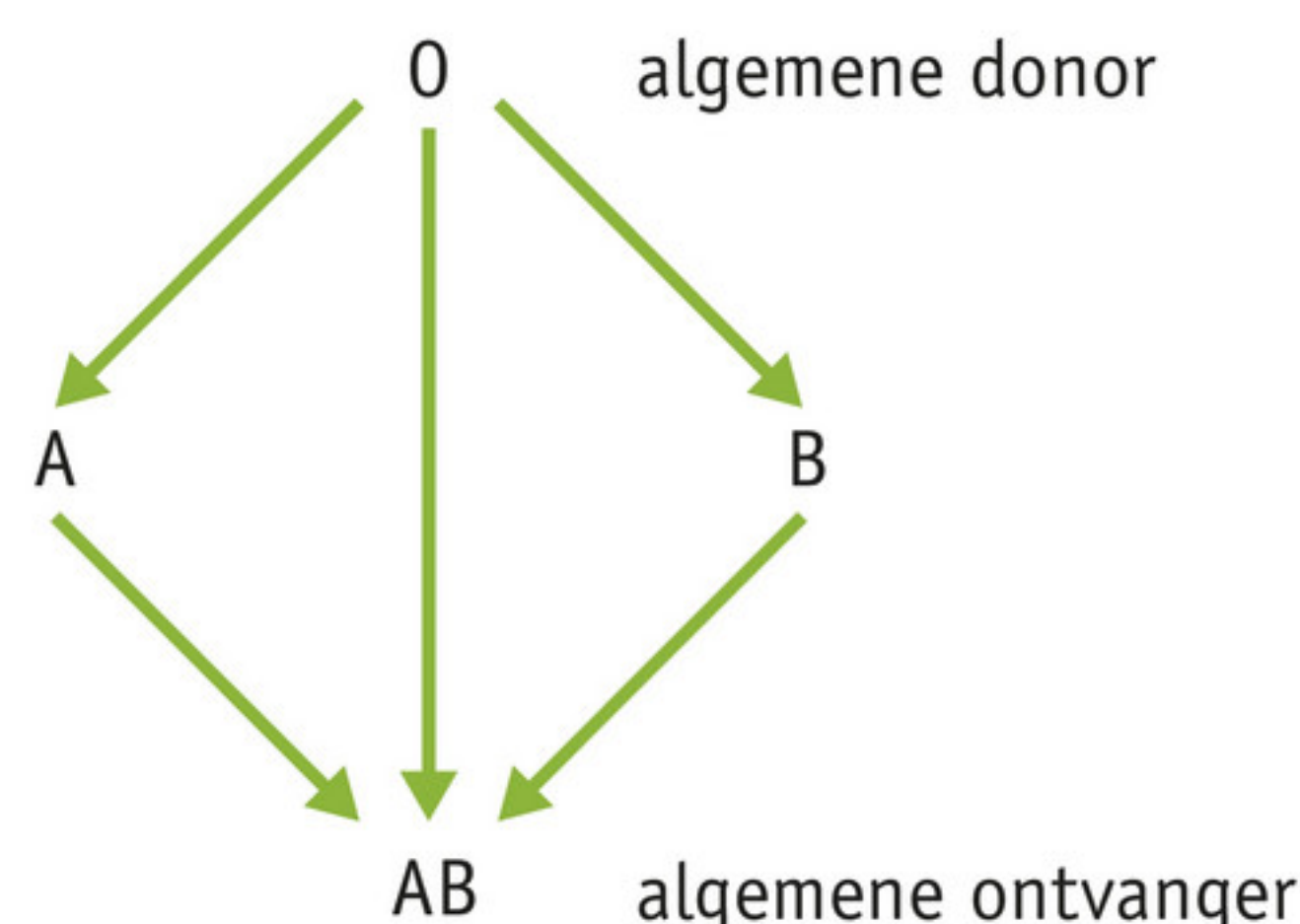
## BLOEDGROEPEN

**14 Je kunt beschrijven waarin de bloedgroepen van elkaar verschillen.**

- Bloedgroepen (A, B, AB, o) verschillen van elkaar in bloedfactoren en antistoffen.
  - Bloedfactor: stof op het celmembraan van rode bloedcellen die als lichaamsvreemde stof (antigeen) werkt voor iemand die deze stof niet heeft.
  - Belangrijke bloedfactoren zijn antigeen A en antigeen B.
  - Het bloedplasma bevat antistof tegen het antigeen dat niet op de rode bloedcellen zit.

| Bloedgroep | Bloedfactor op rode bloedcellen | Antistof in bloedplasma |
|------------|---------------------------------|-------------------------|
| A          | antigeen A                      | anti-B                  |
| B          | antigeen B                      | anti-A                  |
| AB         | antigeen A en antigeen B        | geen                    |
| o          | geen                            | anti-A en anti-B        |

- Bloedtransfusie: toedienen van bloed afkomstig van een andere persoon.
  - Mogelijke bloedtransfusies:



- In andere gevallen reageert antistof van de ontvanger met antigeen van het donorbloed (bijv. anti-A met antigeen A). Rode bloedcellen klonteren samen en gaan te gronde.



## ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN &amp; PRACTICA

- 15 Je kunt bepalen welk type onderzoek het meest geschikt is.
- 16 Je kunt een literatuuronderzoek uitvoeren.
- 17 Je kunt bij een ander de bloeddruk meten.

 Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.



# Register

## A

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| aanbevolen dagelijkse hoeveelheid.. | 124 |
| additieven .....                    | 134 |
| ademhalingsspieren.....             | 31  |
| ademvolume .....                    | 68  |
| aders .....                         | 193 |
| afweersysteem .....                 | 221 |
| alcoholvergiftiging .....           | 233 |
| allergie .....                      | 224 |
| allergische reactie .....           | 224 |
| alleseter .....                     | 140 |
| alvleesklier .....                  | 112 |
| alvelessap .....                    | 112 |
| anafylactische reactie.....         | 224 |
| angina pectoris .....               | 231 |
| anorexia nervosa.....               | 126 |
| antigeen A .....                    | 244 |
| antigeen B .....                    | 244 |
| antigenen .....                     | 221 |
| antistoffen .....                   | 222 |
| anus .....                          | 114 |
| aorta.....                          | 206 |
| appendix .....                      | 113 |

## B

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| bekerkraakbeentjes.....     | 61     |
| beschermende stoffen.....   | 93     |
| bevestigen .....            | 62     |
| bewaarvoorschrift .....     | 153    |
| bindweefsel .....           | 197    |
| bingedrinken.....           | 233    |
| blindedarm .....            | 113    |
| bloeddruk .....             | 230    |
| bloedfactoren .....         | 244    |
| bloedgroep .....            | 244    |
| bloedplaatjes.....          | 184    |
| bloedplasma .....           | 184    |
| bloedsomloop.....           | 193    |
| bloedstolling.....          | 187    |
| bloedtransfusie.....        | 245    |
| bloedvatenstelsel.....      | 193    |
| BMI (Body Mass Index) ..... | 124    |
| borstademhaling .....       | 31     |
| boulimia nervosa .....      | 126    |
| bouwstoffen .....           | 93     |
| bovenste holle ader.....    | 206    |
| brandstof.....              | 14, 93 |
| bronchiën .....             | 22     |
| buikademhaling .....        | 32     |

## C

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| carnivoor .....           | 141 |
| CBD .....                 | 57  |
| chemische vertering ..... | 104 |
| cholesterol.....          | 230 |
| conserveermiddel.....     | 134 |
| conserveren .....         | 132 |

## D

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| darmkanaal.....            | 102 |
| darmperistaltiek.....      | 105 |
| darpmplooiën .....         | 113 |
| darmsap .....              | 113 |
| darmsapklieren .....       | 113 |
| darmvlokken .....          | 113 |
| deelvraag.....             | 252 |
| dekweefsel .....           | 197 |
| dikke darm.....            | 113 |
| discussie .....            | 62  |
| dode ruimte .....          | 68  |
| doel.....                  | 157 |
| dubbele bloedsomloop ..... | 195 |
| dunne darm .....           | 113 |

## E

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| eetbuistoornis.....              | 126 |
| eetstoornis.....                 | 126 |
| eiwitten .....                   | 93  |
| emulgeren.....                   | 112 |
| endeldarm .....                  | 114 |
| E-nummer .....                   | 153 |
| enzymen .....                    | 104 |
| essentiële voedingsstoffen ..... | 95  |
| estimate .....                   | 153 |

## F

|                  |     |
|------------------|-----|
| fibrine.....     | 187 |
| fibrinogen ..... | 185 |
| flexitair .....  | 150 |

## G

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| gal .....                    | 112 |
| galblaas.....                | 112 |
| galbuis.....                 | 112 |
| gaswisseling .....           | 31  |
| geestelijk afhankelijk ..... | 56  |
| geurstof .....               | 134 |
| gewenning .....              | 56  |
| glucose.....                 | 8   |
| grote bloedsomloop .....     | 195 |

## H

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| haarvaten .....           | 193 |
| halvemaanvormige .....    |     |
| kleppen .....             | 207 |
| hart- en vaatziekten..... | 232 |
| hartinfarct.....          | 231 |
| hartkleppen .....         | 206 |
| hartpauze .....           | 208 |
| hartslag .....            | 208 |
| harttussenwand .....      | 205 |
| hemoglobine.....          | 185 |
| herbivoor .....           | 140 |
| high.....                 | 57  |
| hoektanden .....          | 103 |
| hooikoorts .....          | 40  |
| huig.....                 | 23  |

## I

|                    |     |
|--------------------|-----|
| immuun .....       | 223 |
| immuunsysteem..... | 221 |
| indicator .....    | 67  |
| infectie .....     | 221 |
| ingrediënten ..... | 153 |
| isolatie .....     | 16  |

## K

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| kater.....                    | 233 |
| kieuwboog .....               | 46  |
| kieuwdeksels .....            | 46  |
| kieuwen.....                  | 46  |
| kieuwholten .....             | 46  |
| kieuwlamellen.....            | 46  |
| kieuwplaatjes.....            | 46  |
| kiezen.....                   | 103 |
| kilocalorie.....              | 123 |
| kilojoule .....               | 123 |
| kleine bloedsomloop.....      | 195 |
| kleppen .....                 | 197 |
| kleurstoffen .....            | 134 |
| knipkiezen .....              | 141 |
| knobbelkiezen .....           | 142 |
| koolhydraten.....             | 94  |
| koolstofmonoxide .....        | 55  |
| koudbloedig.....              | 15  |
| kransaders .....              | 205 |
| kransslagaders.....           | 205 |
| kringspieren.....             | 105 |
| kunstmatische immuniteit..... | 223 |



|                                      |     |  |  |
|--------------------------------------|-----|--|--|
| <b>L</b>                             |     |  |  |
| lengtespieren.....                   | 105 |  |  |
| lever.....                           | 112 |  |  |
| lichaamsvreemde stoffen.....         | 221 |  |  |
| lichamelijk afhankelijk.....         | 56  |  |  |
| linkerboezem.....                    | 206 |  |  |
| linkerkamer.....                     | 206 |  |  |
| literatuurlijst.....                 | 254 |  |  |
| longaders.....                       | 206 |  |  |
| longblaasjes.....                    | 25  |  |  |
| longhaarvaten.....                   | 25  |  |  |
| longslagaders.....                   | 206 |  |  |
| longvolume.....                      | 68  |  |  |
| luchtpijp.....                       | 24  |  |  |
| luchtzakken.....                     | 47  |  |  |
| lymfe.....                           | 241 |  |  |
| lymfeknopen.....                     | 242 |  |  |
| lymfevaten.....                      | 241 |  |  |
| lymfevatenstelsel.....               | 242 |  |  |
| <b>M</b>                             |     |  |  |
| maag.....                            | 111 |  |  |
| maagportier.....                     | 112 |  |  |
| maagsap.....                         | 111 |  |  |
| maagsapklieren.....                  | 111 |  |  |
| mechanische vertering.....           | 103 |  |  |
| meeroken.....                        | 56  |  |  |
| middenrif.....                       | 22  |  |  |
| mineralen.....                       | 95  |  |  |
| mitochondriën.....                   | 9   |  |  |
| <b>N</b>                             |     |  |  |
| natuurlijke immuniteit.....          | 223 |  |  |
| neusslijmvlies.....                  | 22  |  |  |
| nicotine.....                        | 55  |  |  |
| nieraders.....                       | 215 |  |  |
| nierbekken.....                      | 215 |  |  |
| nieren.....                          | 215 |  |  |
| niermerg.....                        | 215 |  |  |
| nierschors.....                      | 215 |  |  |
| nierslagaders.....                   | 215 |  |  |
| niet-essentiële voedingsstoffen..... | 95  |  |  |
| <b>O</b>                             |     |  |  |
| obesitas.....                        | 124 |  |  |
| omnivoor.....                        | 142 |  |  |
| ondergewicht.....                    | 124 |  |  |
| onderste holle ader.....             | 206 |  |  |
| ondervoeding.....                    | 124 |  |  |
| ontlasting.....                      | 114 |  |  |
| overgewicht.....                     | 124 |  |  |
| <b>P</b>                             |     |  |  |
| partijcode.....                      | 153 |  |  |
| passief roken.....                   | 56  |  |  |
| pasteuriseren.....                   | 133 |  |  |
| peristaltische bewegingen.....       | 105 |  |  |
| planteneter.....                     | 140 |  |  |
| plooikiezen.....                     | 140 |  |  |
| poortader.....                       | 194 |  |  |
| productiecode.....                   | 153 |  |  |
| productinformatie.....               | 153 |  |  |
| <b>R</b>                             |     |  |  |
| rechterboezem.....                   | 206 |  |  |
| rechterkamer.....                    | 206 |  |  |
| reservestoffen.....                  | 93  |  |  |
| restvolume.....                      | 68  |  |  |
| rode bloedcellen.....                | 184 |  |  |
| <b>S</b>                             |     |  |  |
| salmonellabacteriën.....             | 132 |  |  |
| schildkraakbeen.....                 | 60  |  |  |
| slagaders.....                       | 193 |  |  |
| slagaderverkalking.....              | 230 |  |  |
| sleutel-slotprincipe.....            | 104 |  |  |
| slok darm.....                       | 111 |  |  |
| smaakstoffen.....                    | 134 |  |  |
| smog.....                            | 39  |  |  |
| snijtanden.....                      | 103 |  |  |
| speeksel.....                        | 111 |  |  |
| spierpomp.....                       | 198 |  |  |
| spierweefsel.....                    | 197 |  |  |
| stembanden.....                      | 60  |  |  |
| stemspleet.....                      | 61  |  |  |
| stent.....                           | 231 |  |  |
| steriliseren.....                    | 133 |  |  |
| stethoscoop.....                     | 255 |  |  |
| stigma.....                          | 46  |  |  |
| stofwisseling.....                   | 8   |  |  |
| stoned.....                          | 57  |  |  |
| strotklepje.....                     | 23  |  |  |
| <b>T</b>                             |     |  |  |
| teer.....                            | 55  |  |  |
| tegenstroomprincipe.....             | 46  |  |  |
| TGT-datum.....                       | 153 |  |  |
| THC.....                             | 57  |  |  |
| THT-datum.....                       | 153 |  |  |
| tongbeen.....                        | 60  |  |  |
| tracheeën.....                       | 46  |  |  |
| trek.....                            | 16  |  |  |
| trilharen.....                       | 23  |  |  |
| trombose.....                        | 187 |  |  |
| twalfvingerige darm.....             | 112 |  |  |
| <b>U</b>                             |     |  |  |
| urine.....                           | 215 |  |  |
| urineblaas.....                      | 215 |  |  |
| urinebuis.....                       | 215 |  |  |
| urineleiders.....                    | 215 |  |  |
| <b>V</b>                             |     |  |  |
| vaatgeruis.....                      | 255 |  |  |
| vaccin.....                          | 223 |  |  |
| vaccinatie.....                      | 223 |  |  |
| vaccinatiegraad.....                 | 223 |  |  |
| veganist.....                        | 150 |  |  |
| vegetariër.....                      | 150 |  |  |
| ventilatie.....                      | 39  |  |  |
| verbranding.....                     | 14  |  |  |
| vertering.....                       | 103 |  |  |
| verteringsklieren.....               | 104 |  |  |
| verteringsproducten.....             | 103 |  |  |
| verteringssappen.....                | 104 |  |  |
| verteringsstelsel.....               | 102 |  |  |
| verwerpen.....                       | 62  |  |  |
| vetten.....                          | 94  |  |  |
| vitale capaciteit.....               | 68  |  |  |
| vitaminen.....                       | 95  |  |  |
| vleeseter.....                       | 140 |  |  |
| vleesvervanger.....                  | 151 |  |  |
| voedingsmiddelen.....                | 92  |  |  |
| voedingsstoffen.....                 | 93  |  |  |
| voedingsvezel.....                   | 95  |  |  |
| voedingswaarde.....                  | 154 |  |  |
| voedselvergiftiging.....             | 132 |  |  |
| <b>W</b>                             |     |  |  |
| warmbloedig.....                     | 15  |  |  |
| water.....                           | 94  |  |  |
| weefselvloeistof.....                | 241 |  |  |
| winterslaap.....                     | 16  |  |  |
| witte bloedcellen.....               | 184 |  |  |



# Colofon

## ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving  
Crius Group

## ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

## UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

## EINDREDACTIE

Tom Tahey

## AUTEURS

Arteunis Bos  
Daniël van Draanen  
Marianne Gommers  
Arthur Jansen  
Judith Korhorn  
Rob Melchers  
Hans Rawee

## MET MEDEWERKING VAN

Onno Kalverda  
Ruud Passier  
Rik Smale

## BUREAU REDACTIE

Ivonne Hermens

## BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

## FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, Joseph Belanger: blz. 50 (11); 123RF, Maksym Protsenko: blz. 6-7; 123RF, Melinda Nagy: blz. 51 (12); 123RF, ruslanomega: blz. 220; 123RF: blz. 27 (11); Alamy, Doug Diamond: blz. 93 (3.2); ANP Foto, Den Haag, Ami Images / Science Photo Library: blz. 222 (1.1); ANP Foto, Den Haag, Dennis Kunkel Microscopy / Science Photo Library: blz. 222 (2); ANP Foto, Den Haag, Dr. Stanley Flegler, Visuals Unlimited / Science Photo Library: blz. 45; ANP Foto, Den Haag, Ian Hooton / Science Photo Library: blz. 259 (1.1); ANP Foto, Den Haag, John Durham / Science Photo Library: blz. 8 (2); ANP Foto, Den Haag, Laurens van Putten: blz. 229; ANP Foto, Den Haag, Power and Syred / Science Photo Library: blz. 184 (1); ANP Foto, Den Haag, Saturn Stills / Science Photo Library: blz. 259 (1.2); ANP Foto, Den Haag, Steve Gschmeissner / Science Photo Library / CNRI: blz. 9; ANP Foto, Den Haag, Steve Gschmeissner / Science Photo Library: blz. 186 (5, 8); ANP Foto, Den Haag, Tek Image / Science Photo Library: blz. 259 (1.3); ANP Foto, Den Haag, Thomas Fredberg / Science Photo Library: blz. 250; ANP Foto, Den Haag, Marcel Antonisse: blz. 59; Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 47 (4, 7), 140; Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 8 (1), 11 (5), 12 (8), 14, 16 (4), 19 (6, 7), 20 (9), 21, 23 (2.2), 25, 26, 27 (10), 28, 29, 31 (2), 33, 34, 35, 36 (8, 10), 41, 44, 48, 49, 51(13), 53 (2), 58, 63, 64, 65, 67 (5), 69 (9), 71, 74, 75, 76, 78, 99 (12), 103, 104, 105, 106 (9), 108, 111, 128, 137 (11), 145, 149, 150, 152, 157, 159, 164 (3), 166, 169, 186 (6, 7), 188, 189, 198 (10), 199, 200 (b), 202 (15), 203, 206 (2), 212, 213, 214, 218 (5), 222 (4), 226, 227, 230 (2), 231 (3), 264; Examenblad.nl: blz. 201; Getty Images, Breger Dee / Science Source: blz. 187 (9.4); Getty Images, Joel Satore / National Geographic Image Collection RF: blz. 182-183; Getty Images, QAI Publishing: blz. 175 (8.2); Getty Images, Richard Baker: blz. 126; Getty Images, Science Source: blz. 216 (2.1); Getty Images, Westend61 / Epiximages: blz. 90-91; Gunther von Hagens' BODY WORLDS & Institute for Plastination, Heidelberg, Germany: blz. 38; Henk van der Vrande: blz. 30, 46 (2.1), 255; Hollandse Hoogte, Den Haag, Peter Hilz: blz. 39 (2); Imageselect, Wassenaar, blickwinkel / Alamy Stock Photo: blz. 238; Imageselect, Wassenaar, Kelvin Aitken / VWPics / Alamy Stock Photo: blz. 53 (1); Imageselect, Wassenaar, Roger Eritja / Alamy Stock Photo: blz. 239; IMP/IMBA Graphics: blz. 204; iStockphoto, vora: blz. 256 (10); José-Manuel Benito Álvarez: blz. 175 (8.3); Medical Visuals Maartje Kunen: blz. 112 (4), 198 (9), 231 (4); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 11 (6), 15, 67 (6), 70, 72, 92, 94, 95, 124, 133 (3, 4, 6), 134 (8, 9), 137 (10), 147, 154 (1, 2), 155, 156 (1), 171; Mint Images, Rex Features / Hollandse Hoogte, Den Haag: blz. 193 (2);



Muséum d'Anthropologie, campus universitaire d'Irchel, Université de Zurich: blz. 110; Nationale Beeldbank, Den Haag, Simone Berg: blz. 230 (1); Nationale Beeldbank, Den Haag, Studio1a Photography: blz. 66; Nationale Beeldbank, Marcel Antonisse: blz. 93 (3.1); PCE Brookhuis BV: blz. 39 (3); Pollennieuws: blz. 40; Rijksoverheid: blz. 224; Science Photo Library, ANP Photo, Den Haag: blz. 23 (2.1) 207 (4); Shutterstock, Agatha Kadar: blz. 138 (12); Shutterstock, Alex Mit: blz. 106 (8); Shutterstock, Alila Medical Media: blz. 222 (1.2); Shutterstock, Amir Ridhwan: blz. 50 (10); Shutterstock, Andrew Balcombe: blz. 237; Shutterstock, Audrey Snider-Bell: blz. 143 (6.2, 6.3); Shutterstock, bitt24: blz. 98 (10.2); Shutterstock, Brent Hofacker: blz. 99 (11.2); Shutterstock, corlaffra: blz. 144; Shutterstock, curtis: blz. 36 (9); Shutterstock, Daniel M Ernst: blz. 192; Shutterstock, David Litman: blz. 119; Shutterstock, defotoberg: blz. 133 (2); Shutterstock, Designua: blz. 210; Shutterstock, dimitris\_k: blz. 16 (3); Shutterstock, ellepigrafica: blz. 190; Shutterstock, Eskemar: blz. 120; Shutterstock, Evan Lorne: blz. 218 (6); Shutterstock, Felix Mizioznikov: blz. 24 (4); Shutterstock, Gorynvd: blz. 56; Shutterstock, guraydere: blz. 46 (2.3); Shutterstock, Hi JOE: blz. 219; Shutterstock, Jacob Lund: blz. 123; Shutterstock, Jan Hlavacek: blz. 141 (4.2); Shutterstock, Jeroen Nieuwenhuisen: blz. 138 (13.3); Shutterstock, Jo Crebbin: blz. 47 (5); Shutterstock, Joe Gough: blz. 99 (13.1); Shutterstock, John Carnemolla: blz. 52; Shutterstock, Jose Luis Calvo: blz. 196 (5); Shutterstock, kathrinerajalingam: blz. 139; Shutterstock, Kazakova

Maryia: blz. 10; Shutterstock, Kerkkanno: blz. 98 (10.1); Shutterstock, koliw: blz. 46 (3); Shutterstock, Mala Iryna: blz. 43; Shutterstock, May\_Chanikran: blz. 142; Shutterstock, Michal Ninger: blz. 47 (6); Shutterstock, mubus7: blz. 132; Shutterstock, New Africa: blz. 100; Shutterstock, Nikola Bilic: blz. 134 (7); Shutterstock, nito: blz. 133 (5); Shutterstock, Norao09: blz. 141 (4.1); Shutterstock, OlesyaSH: blz. 138 (13.1); Shutterstock, OVKNHR: blz. 138 (13.2); Shutterstock, Patrick Foto: blz. 245 (2); Shutterstock, Philip Arno Photography: blz. 196 (6); Shutterstock, Robert Kneschke: blz. 131; Shutterstock, Ryzhkov Photography: blz. 99 (13.2); Shutterstock, Satirus: blz. 143 (6.1); Shutterstock, Shane Maritch: blz. 249; Shutterstock, Stephen Farhall: blz. 46 (2.2); Shutterstock, streetflash: blz. 13; Shutterstock, sunset-man: blz. 84; Shutterstock, Svetlana Mihailova: blz. 37; Shutterstock, Tomasz Klejdysz: blz. 146; Shutterstock, travel-view: blz. 69 (10); Shutterstock, v.gi: blz. 55; Shutterstock, Viktorija Reuta: blz. 154 (3); Shutterstock, Vlad61: blz. 12 (7); Shutterstock, Vogelfotograf: blz. 20 (8); Shutterstock, Wichai Wongjongjaihan: blz. 175 (8.1); Shutterstock, wimala namket: blz. 211; Shutterstock, Zhukova Valentyna: blz. 57; Shutterstock, zygonema: blz. 99 (11.1); Teun Berserik, Den Haag: blz. 68 (8); Voedingscentrum, Den Haag: blz. 122; Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: blz. 68 (7), 161, 163, 164 (2), 165; ZorginBeeld.nl, Frank Muller: blz. 85.

*Omslag:* Getty Images

ISBN 978 94 020 7280 8  
Release 8.1, eerste oplage

**MALMBERG**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp).

Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg, 's-Hertogenbosch

Ondanks vele inspanningen is het de uitgever misschien niet gelukt alle rechthebbenden te achterhalen. Wie denkt rechthebbende te zijn, kan zich wenden tot de uitgever.





Je mag dit boek houden.  
Handig als naslagwerk.



Je mag in dit boek schrijven  
en aantekeningen maken.



Je hebt ook toegang tot  
de online leeromgeving.

## EINDREDACTIE

Tom Tahey

## AUTEURS

Arteunis Bos

Daniël van Draanen

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Judith Korhorn

Rob Melchers

Hans Rawee

## MET MEDEWERKING VAN

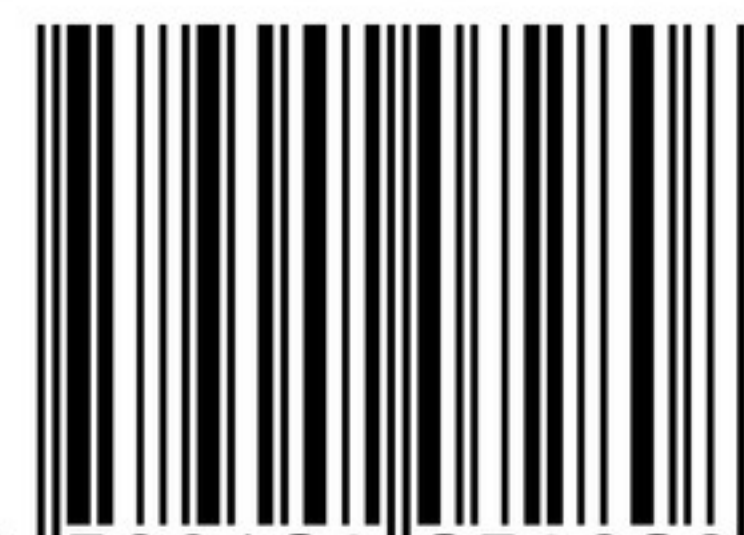
Onno Kalverda

Ruud Passier

Rik Smale

Release 8.1

ISBN 978 94 020 7280 8



9 789402 072808

598765